Радиоаматор

Издается с января 1993 г.
№ 1 (262)
январь 2016

Ежемесячный научно-популярный журнал
Свидетельства о регистрации:
Украина – КВ №18826-7626Р от 04.04.2012г.
Россия и СНГ – РП №268 от 25.09.1012г.

Адрес редакции:
Киев, ул. Краковская, 13А
Для писем:
а/я 50, 03110, Киев-110, Украина
тел. (044) 291-00-29
ra@sea.com.ua
http://www.ra-publish.com.ua

Издатель: Издательство «Радиоаматор»
В.В. Моторный, директор,
тел.: 291-00-31, ra@sea.com.ua,
А.М. Зиновьев, лит. ред., az@sea.com.ua
С.А. Ковалевская, подписка и реализация,
тел.: 291-00-29, svetlana@sea.com.ua
Отдел рекламы:
С.В. Латыш, тел.: 291-00-30, lat@sea.com.ua
Е.В. Фурса, тел.: 291-00-29,
моб.: (093) 603-27-25, rek@sea.com.ua

Подписано в печать: 12.01.2016 г.
Дата выхода номера: 19.01.2016 г.
Формат 60х84/8. Усл. печ. лист. 7,54
Учетн. изд. лист. 9,35.
Подписной индекс через
ДП «Пресса» – 74435, 01567
Общий тираж по странам СНГ –
12 000 экз.
Цена договорная

Отпечатано с компьютерного макета
в типографии «Аврора Принт»
г. Киев, ул. Причальная, 5,
тел.: (044) 550-52-44

Реферируется ВИНИТИ (Москва):
Журнал «Радиоаматор», Киев.
Издательство «Радиоаматор»,
Украина, г. Киев, ул. Краковская, 13А

СОДЕРЖАНИЕ

Дорогие друзья!

Вы держите в руках первый в этом году номер журнала «Радиоаматор» (РА 1/2016).

В этом номере мы подводим итоги прошлогодних конкурса и подписной акции (см. стр. 2). Мы сердечно поздравляем победителей и желаем успехов в радиолюбительском творчестве.

Сотрудники редакции очень внимательно относятся к письмам и просьбам наших читателей. Судя по их вопросам, последнее время у радиолюбителей заметно увеличился интерес к усилителям звуковой частоты. Возможно, что одна из причин – это рождественские и новогодние праздники. Поэтому, по просьбе наших читателей, главной темой этого номера редколлегия выбрала тему «Все об УМЗЧ». Тем более, что в последних номерах усилителям было уделено достаточно много внимания. В этом номере можно найти заметно больше статей на эту тему (см содержание выше).

На вкладке первого номера (стр.27) мы заканчиваем печатать принципиальную электрическую схему полного усилителя JVC A-X50, .которую начади публиковать в прошлом номере по просьбе **А. И. Курятник** из Харьковской обл. Кроме того,

Заканчивается подписная кампания на периодические печатные издания на вкладку этого номера по просьбе **Евгения Гульченко** из Харькова мы поместили принципиальную электрическую схему полного усилителя JVC A-X5.

В заключение хочу заметить, что в случае если вы не успели оформить подписку на почте на год или на первое полугодие 2016 года, то можно подписаться на наши журналы с ближайшего месяца, а не достающие номера приобрести через издательство.

Наши подписные индексы:

- в Украине 74435 (ж-л «Радиоаматор»), 22901 (ж-л «Электрик») и 48727(ж-л «Радиокомпоненты») ;
- в России 74435 (ж-л «Радиоаматор») и 22090 (ж-л «Электрик»).

Для жителей Украины можно оформить подписку на наши издания на любой срок через издательство «Радиоаматор» или приобрести недостающие номера.

Пишите, звоните. Мы всегда рады видеть вас среди читателей наших изданий.

Любые предложения по улучшению нашего журнала принимаются. Присылайте их в редакцию по адресу: а/я 50, 03110, Киев-110, Украина, или на электронный адрес ra@sea.com.ua.

Главный редактор журнала «Радиоаматор» Игорь Безверхний



Закончился непростой 2015 год. В начале этого года все мы надеялись, что в 2015 году ситуация в нашей стране, в конце концов, войдет в нормальное русло, но, не смотря на договоренности, на востоке Украины слышны выстрелы и взрывы – гибнут люди.

Мы все же надеемся, что ситуация не будет подогреваться извне и наступит реальный мир. Граждане нашей страны не теряют надежду, что все безобразия и трудности уйдут в прошлое именно в Новом 2016 году. Этот год високосный. Говорят, что он имеет на один день больше обычного для того, чтобы можно было сделать больше добрых дел. Мы будем придерживаться именно этой версии, а не противоположных, коих существует несколько.



Рис.1

8-го февраля 2016 год станет Годом красной огненной обезьяны по восточному календарю. Хочется, чтобы его символом стала вот такая обезьянка (**рис.1**), а не такая, как на **рис.2**.

В течение позапрошлого 2014 года редакция журнала «Радиоаматор» проводила конкурс статей по радиолюбительским конструкциям из старых мобильных телефонов и деталей от них, но достойных для публикации статей оказалось в нашей почте крайне мало. На заседании редакционной коллегии было принято решении о продлении конкурса еще на один год – до 15 ноября 2015 г. Кроме того, на конкурс мы готовы были принимать статьи с описаниями радиолюбительских конструкций не только из старых мобильных телефонов и деталей от них, но и из «старых» планшетов, сложных игрушек (электронных игр) и деталей от этих устройств.



Рис.2

Не смотря на то, что многие радиолюбители используют в своих конструкциях все то, что перечислено выше, за два года было опубликовано всего 5 конкурсных статей:

1. Шакуров С. Модуль цветного дисплея от сотового телефона для радиолюбительских конструкций // Радиоаматор. – 2014. – №3. – С.32–34.

2. Сергеев А. Два варианта охранной сигнализации с сотовым телефоном // Радиоаматор. – 2014. – №4. – С.12–15.

3. Мельничук В., Авдеенко С. Дистанционное управление на базе мобильного телефона // Радиоаматор. – 2014. – №10. – С.15–17.

4. Довгополов А. Повышающий DC/DC-преобразователь из деталей от мобильного телефона // Радиоаматор. – 2015 – №1. – С.36.

5. Бутрименко С. Старый мобильный телефон – ваш сторож// Радиоаматор. – 2015 – №5. – С.37.

Конкурс удался не вполне. Поэтому жюри конкурса приняло решение не присуждать участникам призовые места, но, все же, вручить авторам трех лучших статей поощрительные призы – DVD-диск «Издательство «Радиоаматор» за 20 лет. 425 журналов на одном диске» (**рис.3**). Призами награждаются:

- Сергей Шакуров (г. Москва);
- Аркадий Довгополов (г. Сумы);
- Сергей Бутрименко (г. Киев).



Рис.3

Подведены итоги традиционной ежегодной акции «Будь в первой сотне» среди наших подписчиков, как частных лиц, так и организаций. В акции принимали участие подписчики, оформившие годовую подписку на «Эконом-комплект». Победителями акции стали 10 наших подписчиков, которые награждены ценными призами:

1. Чаплухин С.А. (г. Харьков) – металлоискатель.
2. Степанюк Л.П. (г. Луцк) – светодиодный модуль.
3. Кушнарев А.В. (г. Серпухов) – преобразователь напряжения 12В-220 В, 200 Вт.
4. Стефурак А.К. (г. Мелитополь) – стабилизатор напряжения (1000 Вт).
3. Ступаренко Н.К. (г. Черкассы) – датчик движения.
5. Старков А.И. (г. Харьков) – преобразователь напряжения 12 В – 220 В, 150 Вт
7. Красновец И.Т. (г. Измаил) – переключатель, управляемый светом.
8. Вакаренко Г.П. (г. Винница) – регулятор яркости ламп накаливания (500 Вт).
9. Мосийчук Н.В. (г. Луцк) – отпугиватель грызунов.
10. Серый О.А. (с. Ставыще) – светодиодный светильник.

В ближайшие дни призы будут отправлены по почте победителям. Остальным 90 участникам акции будут бесплатно высланы каталоги «Энергетика и электротехника Украины 2016».

Главный редактор журнала «Радиоаматор»
Игорь Безверхний



Стационарный УКВ-ЧМ радиоприемник из модулей от старых телевизоров

Святослав Бабын (UR5YDN), пгт Кельменцы, Черновицкой обл.

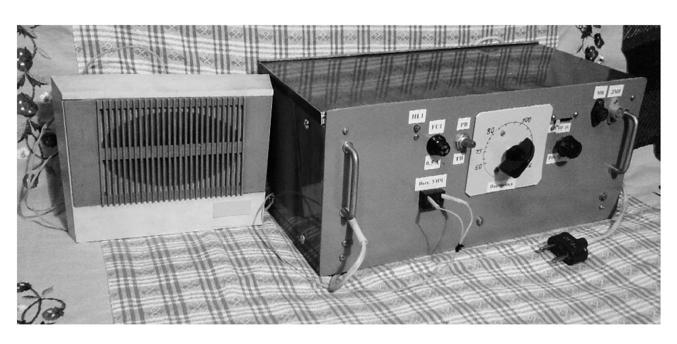
В настоящее время в продаже есть много радиоприемников китайского производства, которые из-за низкой чувствительности не везде работают одинаково хорошо. Однако совсем не сложно изготовить радиоприемник с использованием готовых блоков от старых телевизоров. Как показывает практика, такие приемники имеют достаточно большую чувствительность, что немаловажно для любителей, живущих далеко от места расположения антенн передающих станций, особенно в гористой местности. Подобные «дармовые» стационарные приемники удобно использовать в гаражах, мастерских, лодочных станциях и т.д.

В телевизорах, выпущенных в СНГ, использовался принцип получения промежуточной частоты звукового сопровождения как разности частот несущей изображения и несущей звукового сопровождения; которая равна 6,5 МГц. При приеме телевизионного сигнала на выходе селектора каналов, после преобразования присутствуют сигналы промежуточных частот изображения $f_{ПЧИ}$ = 38 МГц и звука $f_{ПЧЗ\text{-}I}$ = 31,5 МГц, из которых и формируется сигнал второй промежуточной звука (разностная частота) $f_{ПЧЗ\text{-}II}$ = 6,5 МГц. Ясно, что принимать радиовещательные сигналы с эфира, имея только одну несущую частоту звука без второго сигнала, на телевизионный приемник невозможно, так как он представляет собой супергетеродин с двойным преобразованием частоты. Если вместо $f_{ПЧИ}$ подать в схему сигнал частотой 38 МГц от дополнительного генератора, то получим возможность принимать радиовещательные станции с частотной модуляцией (ЧМ-FM).

Иначе говоря, для решения этой проблемы необходимо изготовить внешний гетеродин (генератор синусоидального сигнала 38 МГц с высокой стабильностью частоты) и подать сигнал с него на вход УПЧИ. Настройка на станцию производится с помощью потенциометра настройки изменением напряжения на варикапах СК-М-24-2С.

Следует заметить, что при отключении напряжения питания дополнительного генератора, радиовещательная станция прослушиваться не будет.

Принципиальная электрическая схема дополнительного генератора показана на **рис.1**. Это классическая емкостная трехточка с кварцевым резонатором QZ1 на 38 МГц. Контур в цепи коллектора транзистора VT1 настроен строго на первую



гармонику частоты этого резонатора с помощью подстроечного конденсатора С3.

Конструктивные данные катушек контура генератора:

- каркас от телевизионных приемников УНТ-47- III диаметром 8 мм (экран цилиндрический);
- L1 – катушка контура содержит 10 витков провода ПЭВ-1 диаметром 0,5 мм с отводом от 3-го витка (счет от верхнего конца катушки).
- L2 – катушка связи содержит 2 витка провода ПЭВ-1 диаметром 0,5 мм.

При изготовлении контура сначала внизу каркаса наматывается L2, а затем L1. Сердечник из карбонильного железа типа СЦР-1 вводится в конец катушки L1, что позволяет, при необходимости, производить изменение индуктивности катушки L1.

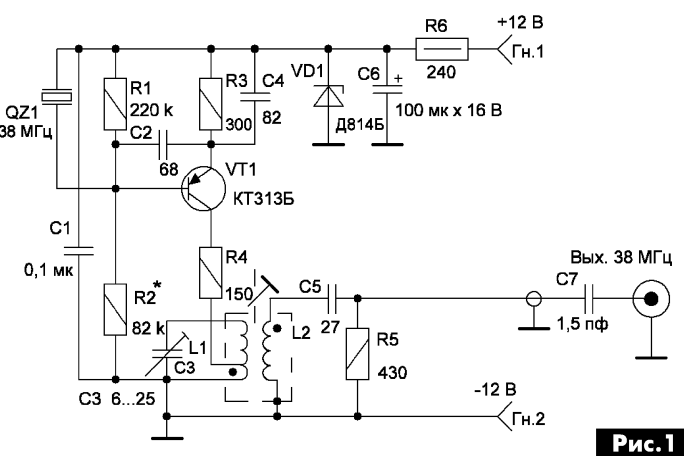


Рис.1

Чертеж печатной платы генератора 38 МГц показан на **рис.2**, а расположение деталей – на **рис.3**. Размеры печатной платы 67х43 мм.

Автор изготовил несколько стационарных приемников из телевизоров ЗУСЦТ, как правило, неисправных. Если позволяет место, например, в гараже, то и все необходимые переделки можно произвести, не разбирая телевизор полностью, прямо в его корпусе.



Поскольку приемник из телевизора используется у автора только для прослушивания звукового сопровождения телепередач и радиовещания, то в телевизоре снято питание с кинескопа, отклоняющая система, ТВС с умножителем и транзистор строчной развертки (КТ838).

Селектор каналов метрового диапазона (СК-М-24-2С) имеет контрольное гнездо «Вых. ПЧ», к которому через конденсатор емкостью 1,5 пФ подключается заранее изготовленный генератор

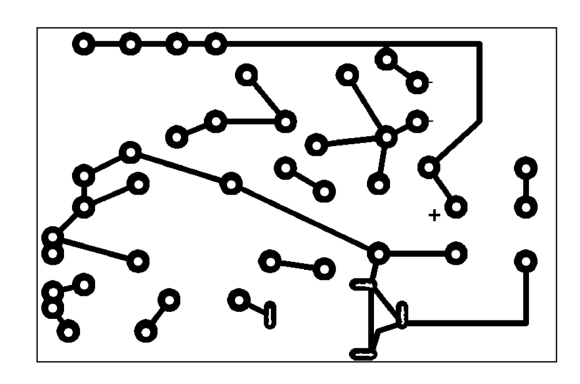


Рис.2

сигнала 38 МГц. Таким образом, частота от дополнительного генератора поступит на субмодуль радиоканала СМРК-2, где и будет использоваться для получения разностной частоты 6,5 МГц. При приеме звукового сопровождения телевизионных каналов питание внешнего генератора отключается дополнительно установленным переключателем.

Прием радиовещательных станций производится в ТВ-диапазоне I-II (телевизионные каналы 1–5), что соответствует перекрытию по частоте 49,75…99,75 МГц [1], но на практике СК-М-24-2С принимает сигналы с несущей частотой до 107 МГц.

Несмотря на то, что в радиовещании, как правило, используется вертикальная поляризация волны, обычная телевизионная антенна метрового диапазона, как правило, обеспечивает нормальный прием. Всё же, для более качественного приема дальних радиостанций лучше применять антенну с вертикальной поляризацией или обычную телевизионную антенну, повернув ее на 90°.

Следует заметить, что чувствительность такого приемника довольно высокая, и даже на телескопическую антенну при благоприятных условиях принимается много радиовещательных станций.

При желании, приемник можно собрать и в корпусе значительно меньших размеров, чем корпус телевизора. В этом случае из телевизора достаточно изъять для использования целиком только один модуль – модуль радиоканала, например, А1 МРК-2. На плате этого модуля установлены и соединены между собой селектор каналов ДМВ типа СК-Д-24С, селектор каналов МВ

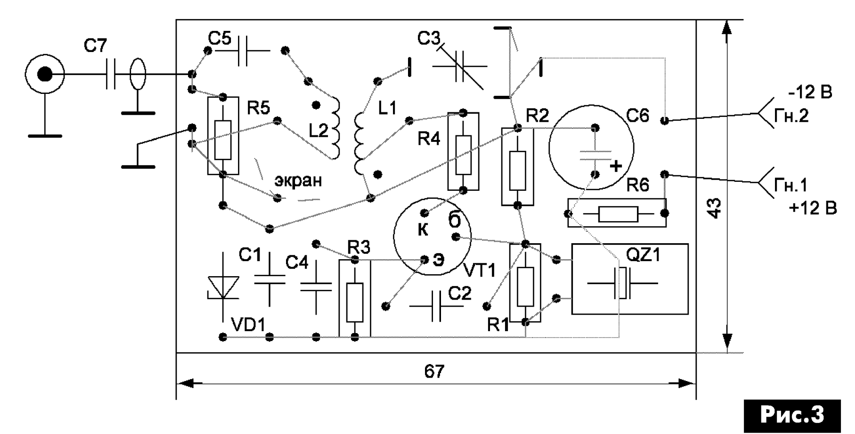


Рис.3

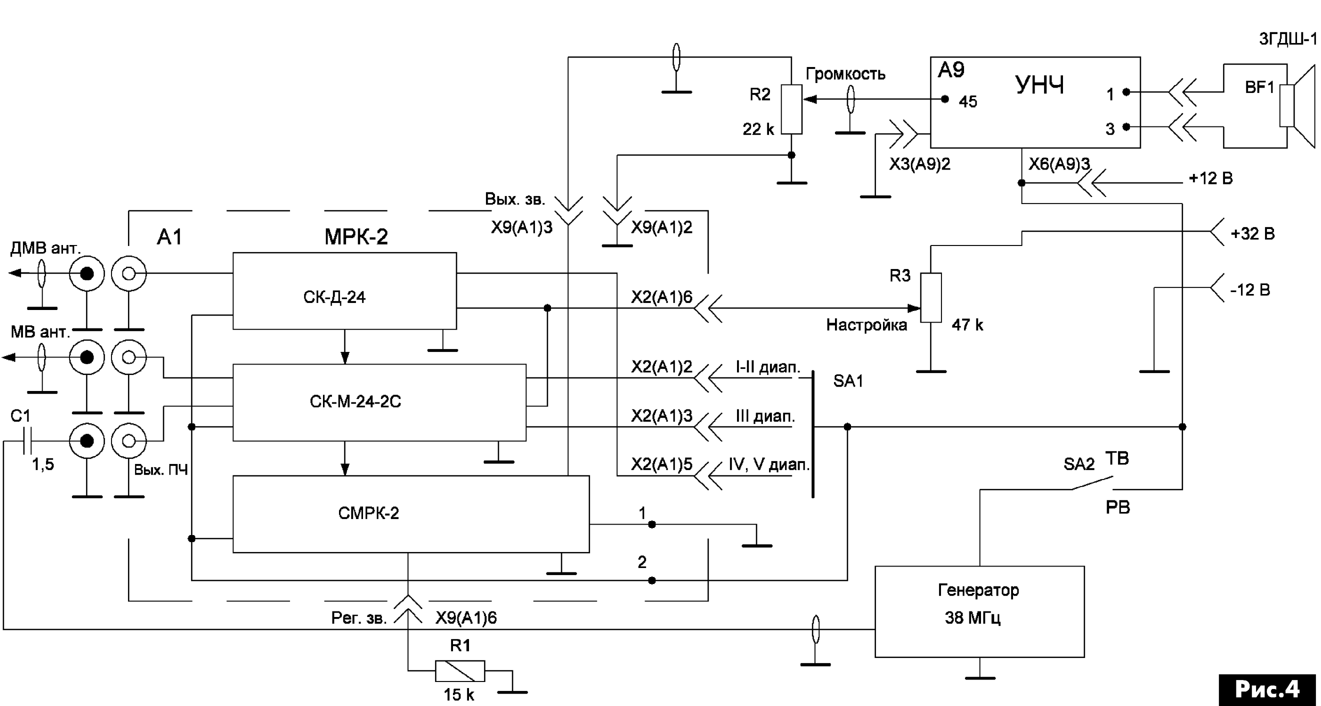


Рис.4

типа СК-М-24-2С, субмодуль радиоканала СМРК-2, а также субмодуль синхронизации УСР. При приеме радиовещания и звукового сопровождения телепрограмм плата А1.4 (УСР) не используется, и ее можно изъять.



ным напряжением +12 В и +32 В (для изменения емкости варикапов) от блока питания, схема которого показана на **рис.5**. В этом блоке питания использован силовой трансформатор Т1 типа ТС40-2, полуобмотки вторичных обмоток Т1 должны быть

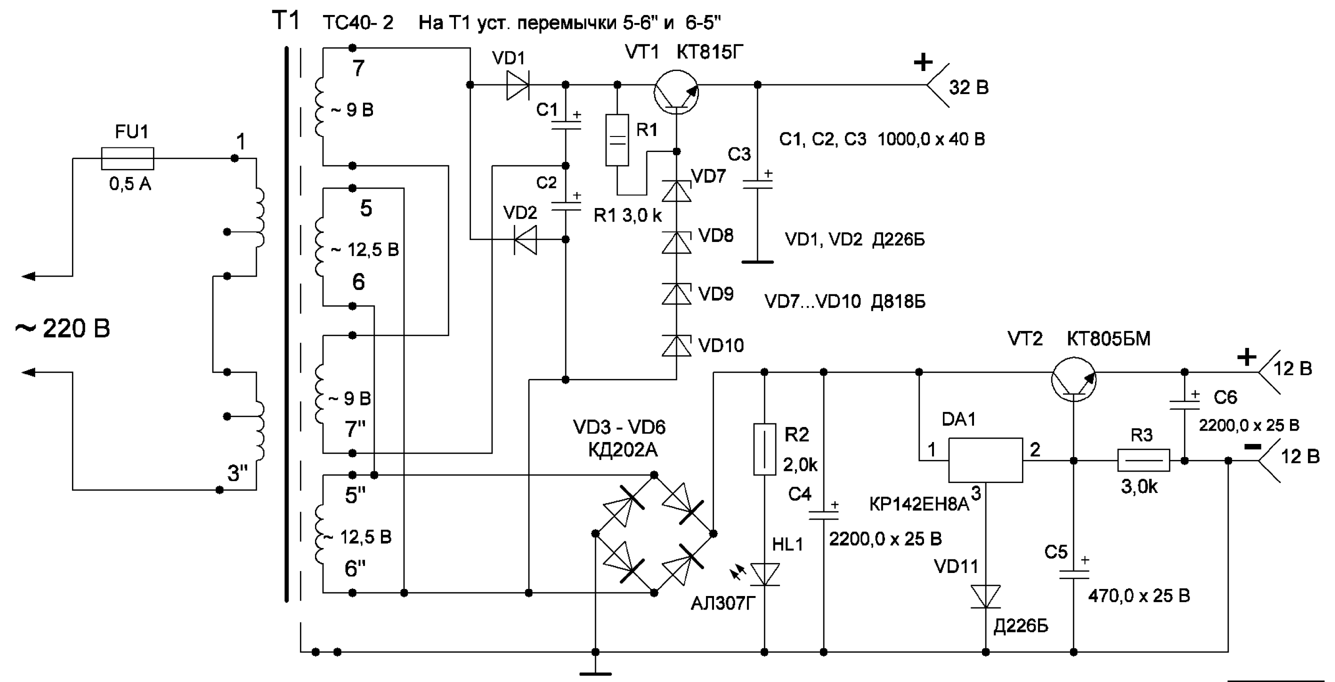


Рис.5

С целью упрощения схемы приемника, перестройка по частоте осуществляется с помощью потенциометра, подключенного к выпрямителю с напряжением 32 В. Потенциометр должен иметь линейную характеристику зависимости сопротивления от угла поворота подвижного контакта (группа А).

Генератор дополнительного сигнала на 38 МГц используется тот же, что был описан выше. Он подключается к СК-М-24-2С к гнезду «Вых. ПЧ» через конденсатор емкостью 1,5 пФ. С выхода СМРК звуковой сигнал поступает на усилитель мощности звуковой частоты (УМЗЧ). УМЗЧ можно применить любой с чувствительностью порядка 70 мВ. Можно также использовать УМЗЧ на микросхеме К174УН7 от этого же телевизора, который находится на плате А9 (блок управления БУ-2-2). На УМЗЧ подается питающее напряжение +12 В. Номера контактов разъемов платы А1 для подключения питания, включения диапазонов, подачи напряжения настройки и выход низкочастотного сигнала приведено на блок-схеме **рис.4**. С помощью переключателя SA1 выбираем нужный диапазон, а при приеме радиовещательных станций необходимо включить переключатель SA2 («РВ») и подать питание на генератор 38 МГц, а при приеме звукового сопровождения телепередач переключатель SA2 должен быть выключен (положении «ТВ»).

Приемник, собранный из блоков от телевизора и двух дополнительных схем, питается стабиль-

включены согласно схеме **рис.5**. В принципе в этом БП можно использовать любой силовой трансформатор мощность 20...30 Вт с подходящими напряжениями на вторичных обмотках 12,5...14 В и 18...20 В.

Схема блока питания никаких особенностей не имеет. Для питания УМЗЧ и радиоканала применен мостовой выпрямитель на диодах VD3–VD6, а для управления варикапами схема с удвоением напряжения на диодах VD1, VD2. Напряжения питания стабилизированы простейшими стабилизаторами. Для компенсации падения напряжения на транзисторе VT2 в схему введен диод VD11.

Внешний вид второго варианта стационарного радиоприемника из модулей телевизора ЗУСЦТ показан на **фото**. Корпус приемника изготовлен из многослойной фанеры и имеет размеры 360x170x160 мм. Акустическая система подключается к приемнику с помощью разъемов.

Если предполагается использовать радиоприемник в походных условиях, питая его от аккумулятора, то его схему необходимо дополнить преобразователем напряжения, чтобы из 12 В получить 32 В.

Литература

1. Кузинец Л.М., Соколов В.С. Узлы телевизионных приемников. Справочник. – М.: Радио и связь, 1987.

2. Принципиальная электрическая схема телевизора Фотон 381Д.



Бюджетные усилители «Super – A» класса с выходным каскадом на биполярных транзисторах

Алексей Ковальский, г. Киев

В статье приводится обзор усилителей мощности звуковой частоты (УМЗЧ) радиолюбительской разработки, позиционируемых как усилители класса «Super – A». Статья адресована в основном тем читателям журнала, которые привыкли думать самостоятельно, и обладают достаточной квалификацией. Надеюсь, что приведенная ниже информация окажется для них полезной.



К написанию данной статьи подтолкнула попытка реанимации (проведения профилактического ремонта) заслуженного, с более чем двадцатилетним стажем работы, усилителя Брагина образца 1990 г. [1]. В процессе проведения работ возникло желание заменить примененный в усилителе ОУ современным и собрать еще один экземпляр этого УМЗЧ. В процессе выполнения задачи поиска подходящего ОУ, в Интернете был обнаружен значительный объем полезной информации, относящийся к современным разработкам усилительных устройств, и сделаны соответствующие выводы. Некоторые из них будут кратко изложены ниже.

Начнем с краткого описания самой идеи режима «Super – A», а затем обнаруженных в сети проектов (всего лишь 2), являющихся прямым ее продолжением. Еще два УМЗЧ радиолюбительской разработки, вклинившиеся в этот обзор, актуальны и по сей день. Их исходные схемы взяты со страниц журнала «Радио».

Усилия разработчиков транзисторных усилителей давно уже направлены на поиск технических решений, исправляющих присущие им недостатки. В рассматриваемом случае на уменьшение искажений в области нуль-перехода сигнала, характерных для класса АВ, стараясь удержать транзисторы неработающего плеча усилителя от полного запирания путем динамического управления его смещением (так называемый, режим «Super – A» и аналогичные) или создать схемотехническую структуру, сглаживающую начальный, наиболее нелинейный участок ВАХ и биполярных транзисторов. Характерные для режимов «Super – A» и АВ осциллограммы продуктов нелинейности, полученные с выхода измерителя нелинейных искажений, на которые для наглядности наложен исходный синусоидальный сигнал, показаны на **рис.1**.

Применение на выходе УМЗЧ полевых транзисторов, вопреки распространенному мнению, проблему не устраняет: «В момент перехода плеча в неактивное состояние происходит «звон» на индуктивностях конструктива. Поэтому важно обеспечить минимальные длины проводников от полигонов платы до самих транзисторов (в идеале – транзисторы впаяны в плату), безындуктивные эмиттерные резисторы и т.п. Об этом уже многократно говорилось. Поскольку причина возникновения искажений не в транзисторах, то и методы борьбы идентичны. Либо «вылизывание» конструктива, либо недопущение перехода плеча в режим отсечки, а лучше всё вместе [4]».

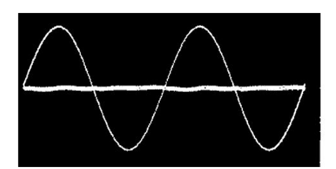
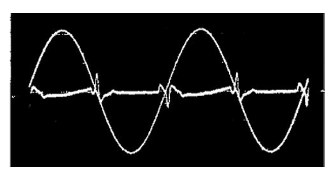



Рис.1

Изложенное выше, к сожалению, относится не ко всем разработчикам. К примеру, Н. Сухов в своей статье «К вопросу об оценке линейных искажений УМЗЧ» [5] практически прямо заявляет, что он ничего не понял, разницы не услышал, или не заметил и не собирается работать в этом направлении. Его слова «Проведенные автором испытания ряда усилительных устройств с динамическим смещением транзисторов выходного каскада (Super A фирмы JVC, Non Switching фирмы Pioneer, New Class A фирмы Technics) показали, что действие динамического смещения ощутимо только при малых токах покоя выходных каскадов (менее 20...30 мА), а при больших токах оно практически не влияет на линейность усилителя. Другими словами, каскады с динамическим смещением позволяют практически устранить «ступеньку» при токе покоя выходных транзисторов порядка 15...20 мА вместо 50...100 мА, но в то же время требуют значительного усложнения схемы (наиболее совер-

шенное усилительное устройство с динамическим смещением – «Super – A» реализуется на 11 транзисторах) и заметно ухудшают термостабильность тока покоя, не изменяя линейность усилителя в режиме номинальной мощности и не улучшая КПД усилителя» однозначно на это указывают.

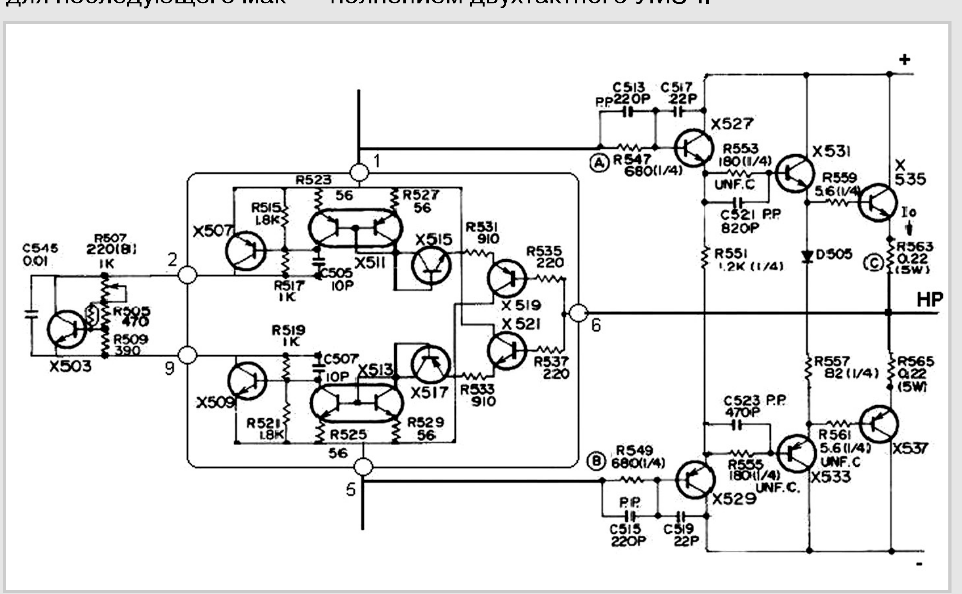
Причем автор не удосужился даже информировать читателя, какие именно усилительные устройства им были испытаны. Это, естественно, наталкивает на мысль, основанную на ряде приводимых автором якобы обнаруженных им недостатков решения, что под веским определением «ряд усилительных устройств» скрывается всего лишь одно [2]. Статья предшествует ряду публикаций этого же автора под названием «УМЗЧ высокой верности», и поэтому позиция автора в этом вопросе становится абсолютно понятной. Уровень этой его разработки кратко и грамотно рассмотрен в [6]. Фактически Н. Сухов своей публикацией надолго перекрывает направление развития схемотехники УМЗЧ, заданное Ю. Митрофановым [2]. По этой же причине появление в 1990 г. УМЗЧ Брагина [1] прошло незамеченным. Тем не менее, это направление радиолюбительских разработок до сих пор живет. Рассмотрим некоторые из разработок в этой области.

УМЗЧ проекта «Натали»

Все его построение [7] зиждется на базе усилителя Брагина. Режим «Super – A» как таковой отсутствует. Вместо него используется жесткая стабилизация остаточного тока покоя не активного плеча выходного каскада усилителя [11]. Полностью отследить историю создания данного аппарата не представляется возможным ввиду того, что разработчик проекта на текущий момент удалил практически все промежуточные схемотехнические решения. Сам проект «Натали» является явно коммерческим.

Случайно обнаруженные не окончательные варианты схем этого усилителя выглядят, тем не менее, на первый взгляд более привлекательными, чем некоторые последующие их версии, и вполне работоспособными. В них было использовано весьма оригинальное и интересное решение – оптронное управление коллекторными токами транзисторов выходного каскада, в последствии заме-

Многим, наверное, небезынтересным будет выяснить, а что же это такое, этот пресловутый режим «Super – A», давно запатентованный (патент US4274059) и используемый в усилителях производства JVC, и что он в итоге дает. В этом случае лучше всего будет обратиться к первоисточникам [2, 3], но в двух словах все выглядит следующим образом: введение в усилитель, работающий в режиме АВ или даже В, дополнительных цепей «слежения и управления» током покоя усилителя (см. **рисунок**), не дающим закрываться транзисторам неактивного плеча (естественно, имеется в виду двухтактный УМЗЧ), т.е. принудительно поддерживается незначительный остаточный сквозной ток выходного каскада. Форма изменения этого тока тоже должна иметь определенный вид и быть согласована с током покоя усилителя, что необходимо для последующего максимально правильного совмещения обеих полуволн сигнала. Что это дает? В первую очередь, резко ограничивается спектр гармоник на выходе УМЗЧ. Вместо привычных двадцати пяти и более гармоник, останутся, к примеру, только от четырех до пяти, и величина их будут ниже, чем в прототипе класса АВ [2]. Но даже при одинаковом КНИ, усилитель с ограниченным спектром гармоник, естественно, будет звучать лучше. В качестве дополнительного бонуса будет пресечена попытка «проглотить» часть полезного сигнала малого уровня процессами переключения плеч усилителя. Также отсутствует разрыв слежения петли общей ООС УМЗЧ, вызывающий динамические искажения. В результате получим четкость и детальность звуковой картины на уровне добротных усилителей, работающих в чистом классе А, при сохранении КПД, характерного для усилителей класса АВ. Такой режим еще называют «экономичным классом А», хотя у данного русскоязычного названия могут присутствовать еще и другие интерпретации. Первоначально название «Super – A» не более чем маркетинговый ход, который просто означает, что в данном усилителе применены определенные схемотехнические решения, реализующие описанные выше преимущества в сравнении с обычным стандартным исполнением двухтактного УМЗЧ.





щенное относительно тривиальным, но более быстродействующим вариантом.

В настоящее время присутствует несколько версий этого усилителя, в основном отличающихся максимальной выходной мощностью. Позиционируются данные версии как Home и Pro. Повторять или не повторять этот УМЗЧ – это личное дело каждого, но надо учитывать, что в настоящее время ведется разработка очередной версии этого УМЗЧ с существенно сниженным коэффициентом нелинейных искажений (КНИ).

Рис.2

УМЗЧ Лайкова

Происхождение его [8] легко узнаваемо и представляет собой не совсем удачный симбиоз из входных цепей усилителя Брагина и оконечного каскада, заимствованного у усилителя В. Жбанова образца 1983 г. [9]. Исходная версия усилителя Лайкова абсолютно неинтересна и провоцирует эффект неприятия специалистами, с чем автор сразу же и столкнулся, только попытавшись опубликовать свою разработку в одном из журналов радиотехнического направления.

Тем не менее, находятся люди, весьма далекие от знания удачных схемотехнических решений 1980-х годов, которые готовы поучаствовать в строительстве и доводке данного усилителя. В результате коллективных стараний появилась на свет относительно интересная версия этого усилителя под номером 6 («Лайков v.6», см. **рис.2**), назначенная автором в последствии «базовой». До этого базовой значилась исходная версия усилителя.

Режим «Super – A» отсутствует. Используется простое решение, известное в прошлом веке как «усилитель с компенсацией нелинейности амплитудной характеристики» [10].

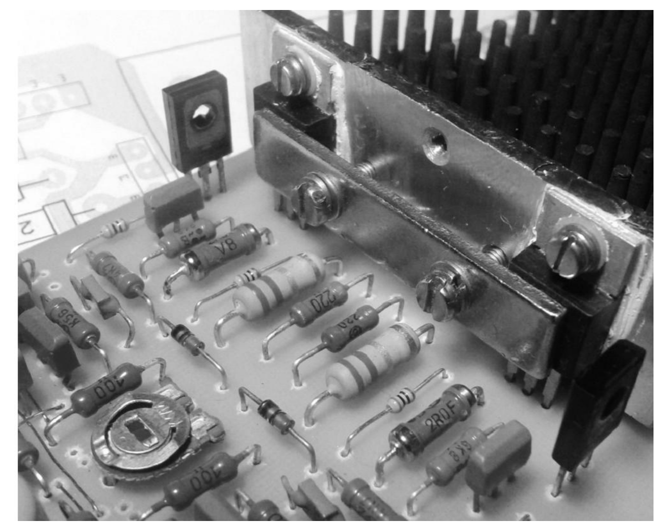
Показательно, что номиналы элементов корректирующих цепей разных версий усилителей повторяются один в один и исходно использованы в УМЗЧ Брагина. Эти УМЗЧ уже давно разные по схемотехнике, а цепи коррекции у них одинаковы. Возникает закономерный вопрос, адресованный к разработчику: «а умеет ли он самостоятельно корректировать усилители?». Усилитель Лайкова подкупает своей простотой и неплохими заявленными характеристиками.

УМЗЧ Брагина

В нём [1] использует режим, очень близкий по характеру и форме коллекторных токов к исходному «Super – A», однако схемотехническое решение узла управления базируется не на разработке ин-



женеров JVC, а на базе промелькнувшего в журнале «Wireless World» в 1987 году [11] схемотехнического решения стабилизации тока покоя транзисторов оконечного каскада усилителя. Дополнительно было введено слежение за выходным напряжением усилителя, что позволило превратить эти цепи стабилизации в цепи управления, практически полностью повторяющие результат работы цепей, формирующих режим «Super – A» в усилителях марки JVC.



Такое интересное и лаконичное решение, в совокупности с грамотно выполненной стыковкой транзисторной части усилителя с ОУ, использованном во входных цепях (прототипом данного решения для Брагина является усилитель 1970-х годов производства компании Tesla [12]), обеспечивает очень высокие характеристики УМЗЧ в целом.

УМЗЧ Митрофанова

Одна [2] из первых реализаций попыток повторить принцип, заложенный в усилителях, использующих, так называемый, режим «Super – A», простыми и доступными средствами. Усилитель можно характеризовать как «условно работоспособный», хотя для своего времени (1986 г.) он был не так уж и плох. Основной проблемой была невысокая стабильность параметров и недостаточная устойчивость усилителя, вынуждающая применять в нем исключительно низкоскоростные ОУ (хотя автор в этом и не признается, оправдывая свое неудачное решение другими причинами), что не способствовало достижению достаточно хороших характеристик УМЗЧ в целом. Следующей проблемой была сильная зависимость работы цепей управления коллекторными токами выходных транзисторов от сопротивления нагрузки, т.е. их поведение на активной нагрузке нормально и предсказуемо, а на реальной нагрузке (акустических системах) уже отлаженные цепи управления зачастую полностью теряли свою работоспособность, произвольно переводя усилитель в режим, близкий к стандартному АВ. К повторению не рекомендуется, хотя с теоретическим его обоснованием и схемотехническими решениями ознакомиться все же следует.



УМЗЧ JVC A-X 50

Три из четырех перечисленных УМЗЧ были построены в железе, отлажены и испытаны. Во всех случаях, для определения действительного уровня качества УМЗЧ дополнительно производилось контрольное сравнительное прослушивание.

В качестве эталонного усилителя был выбран JVC A-X 50, входивший в линейку усилителей, разработанных в 1982 г., которые используют режим работы УМЗЧ «Super – A».



Усилитель обладает весьма высокими заявленными параметрами и радует неожиданно хорошим звучанием. Это усилитель на самом деле очень высокого класса. К сожалению, в более поздних линейках УМЗЧ JVC разработчики стали применять электронные коммутаторы входов (например, в популярном УМЗЧ AX-400), что привело к заметной деградации звука.

(Продолжение следует)

Литература и полезные ссылки:

1. Брагин Г. Усилитель мощности ЗЧ // Радио. – 1990. – №12. – С.63.

2. Митрофанов Ю. Экономичный режим А в усилителе мощности // Радио. – 1986. – №5. – С.40–43.

3. Kondo Hikaru. Nuevo concepto en amplificatores de potencia para audio si sterna «super A» de JVC // Mundo electronico. – 1980. – №102. – P.75–81.

4. http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=61611&p=1704685&viewfull=1#post1704685

5. Сухов Н. К вопросу об оценке линейных искажений УМЗЧ // Радио. – 1989. – №5. – С.54.

6. http://premium-a-class.ru/content/view/12/15/

7. Усилитель мощности «Натали»: http://forum.cxem.net/index.php?showforum=95

8. Усилитель А. Лайкова: http://cxem.net/sound/amps/amp147.php

9. Жбанов В. Высоколинейный термостабильный усилитель НЧ // Радио. – 1983. – №10. – С.44–46.

10. Король В. УМЗЧ с компенсацией нелинейности амплитудной характеристики // Радио. – 1989. – №12. – С.52.

11. «Add-on current dumpig», Electronics & Wireless World, October, 1985, p.40.

12. Левинзон Г.Л., Логинов А.В. Высококачественный усилитель низкой частоты. – М.: Энергия, 1977. – С.61.



Как воспроизвести звук с минимумом искажений

Андрей Сергеев, г. Воронеж

В статье рассматриваются факторы, приводящие к искажению звука в современной записывающей и звуковоспроизводящей аппаратуре.

(Окончание. Начало см. в РА 10/2015 и РА 11-12/2015)

На **рис.18** показан спектр сигнала на выходе УМЗЧ с IMD равным –105 дБ, на котором видно, что интермодуляционные составляющие 3 порядка имеют размах 15 дБ.

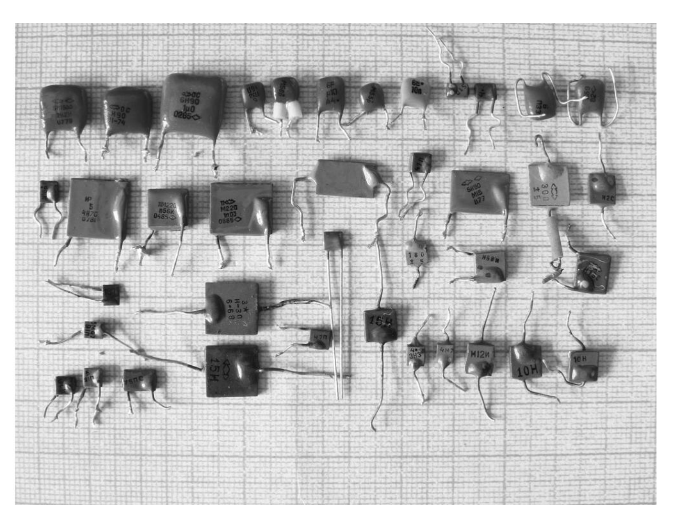
На настоящий момент отсутствует общепринятая полностью математически отработанная методика измерения IMD с учётом характера убывания гармоник. Расчёт IMD по общепринятым формулам не позволяет определить, почему два УМЗЧ, с одинаковыми значениями IMD, звучат совершенно по-разному. Если мы хотим получить объективную оценку работы УМЗЧ, которая соответствует его субъективному восприятию при прослушивании, то надо анализировать очень небольшие по амплитуде интермодуляционные помехи 2-го и даже 3-го порядка. Хотя, формально такие помехи вносят очень малый вклад в общепринятых формулах расчёта IMD.

После всего сказанного у читателей может сложиться впечатление, что параметр IMD практически ничего не говорит о качестве работы УМЗЧ. Однако это не так. Чем меньше IMD, тем лучше будет звучать УМЗЧ, поскольку малый IMD предполагает также и небольшую величину особенно неприятных на слух, интермодуляций высоких порядков. Просто дело в том, что для объяснения многих «странных» нюансов звучания УМЗЧ надо исследовать IMD с точностью лучше –105 дБ, а это весьма затруднительно и требует много времени.

2. Что определяет качество звучания?

Даже представители фирм-производителей не очень активно отрицают, что многие аудиоустройства с отличными цифрами в характеристиках играют весьма посредственно. Особенно данное утверждение верно по отношению к современным сигма-дельта ЦАПам. Аудиофилы на основании этого факта делают вывод, что все указанные в паспортах аудиоаппаратуры цифры имеют очень малое отношение к реальной действительности и качеству звучания.

Этот миф утверждает, что в звуковом сигнале имеются некие неизмеримые составляющие, которые нельзя зафиксировать. Но именно эти составляющие сильнее всего страдают при прохождении звукового сигнала через каскады усилителя. Поэтому каскадов усиления должно быть минимум, ООС не должно быть вообще и УМЗЧ должен быть собран на лампах. Т.е. логика проста – если непонятно что происходит, то имеется что-то неуловимое и не измеряемое.



Проблема в том, что надо выяснить:

- было ли это «неизмеримое» изначально, а потом его «убил» УМЗЧ (как утверждают аудиофилы);
- или изначально был хороший сигнал, который потом исказили ЦАП и УМЗЧ, да ещё и так, что приборы этих искажений не заметили (именно так утверждают аудиоинженеры).

Здесь очень существенная разница: в первом случае всё сводится к сложной непознанной материи; во втором – к научному подходу. Разумеется, верен научный подход, и проблема сводится к тому, что есть типы искажений звукового сигнала, которые с большим трудом регистрируются существующей измерительной аппаратурой, но прекрасно «слышны» даже человеку, не обладающему музыкальным слухом.

Даже аудиофилы согласны, что такие искажения есть во многих местах аудиотракта – низкокачест-

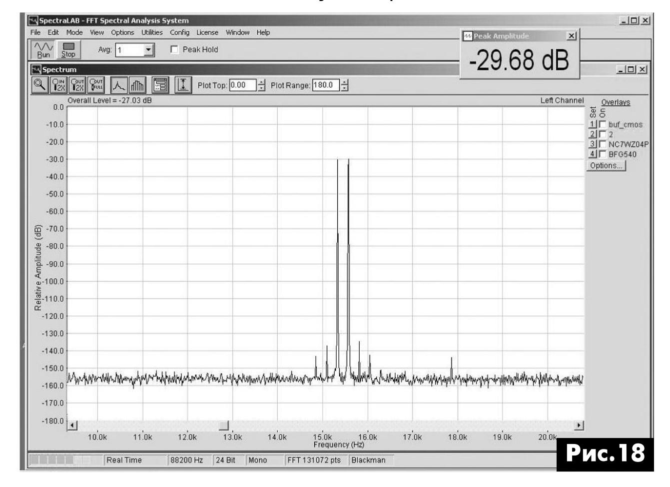


Рис.18

венные конденсаторы и плохие, либо неверно спроектированные, межблочные кабеля вносят заметные на слух искажения в звуковой сигнал. Однако в цифрах $К_г$ и IMD усилительного тракта эти искажения проявляются весьма незначительно. Кроме того, зачастую природа искажений до конца неясна – исследования всё ещё продолжаются.

Основные причины появления искажений

Можно выделить несколько независимых причин искажений сигнала в аудиотракте.

Искажения ЦАП

Искажения сигнала в ЦАП носят гораздо более сложный характер, чем в УМЗЧ. Сигма-дельта ЦАП, по сути, представляют собой весьма сложные, многоконтурные вычислительные устройства. Поэтому реакция различных типов ЦАП на один и тот же входной сигнал может сильно отличаться. Поэтому многие сигма-дельта ЦАПы на тестовом сигнале показывают отличный $К_г$. Однако звучание музыки у них будет весьма разным и сильно отличающимся от звучания мультибитного ЦАПа. Упрощенная структура мультибитного ЦАП показана на **рис.19**.

В настоящее время классически правильным и эталонным принято считать звучание мультибитного ЦАП типа PCM1704. Эксперименты показали, что только один современный сигма-дельта ЦАП приближается к нему по звучанию – это ES9018.

Технология upsampling

Upsampling в настоящее время называют передискретизацию или интерполяцию с целым коэффициентом. Появилась эта технология в 1980-х по экономическим причинам – оказалось, что хоро-

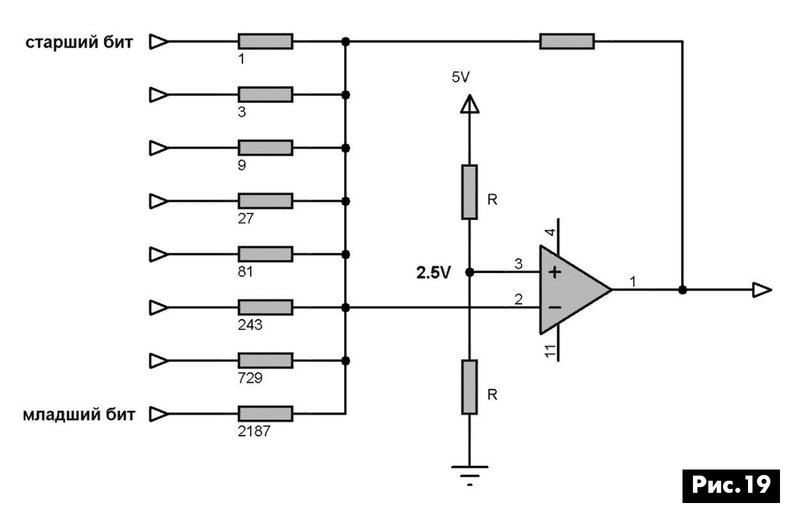


Рис.19

Коэффициент интермодуляционных искажений (IMD)

Вместе с коэффициентом гармоник является показателем нелинейных искажений усилителя. Когда сигнал, состоящий из двух частот, подается на вход УМЗЧ с не очень линейной характеристикой, это приводит к генерированию гармоник (обертонов) не только от этих двух частот (гармонические искажения), но также и от частот, являющихся их математической суммой и математической разницей (интермодуляционные искажения). IMD показывает, какую часть от основного сигнала составляют появившиеся дополнительные сигналы.

Чем меньше коэффициент интермодуляционных искажений, тем выше верность звучания. У усилителей высокого класса этот показатель составляет сотые доли процента и меньше.

Например, если имеется сигнал, состоящий из двух частот – 1000 Гц и 1100 Гц, то на выходе усилителя будут также генерироваться сигналы с частотой 2100 Гц (1000 Гц плюс 1100 Гц) и частотой 100 Гц (1100 Гц минус 1000 Гц). Причем это лишь производные гармоники первого порядка. Если же мы берем две частоты, которые отстоят друг от друга на квинту, например, сигналы частотой 1000 Гц и 1500 Гц, то первыми парами гармонических искажений будут сигналы на частотах 2000 Гц и 3000 Гц (гармоники второго порядка), а также сигналы на частотах в 3000 Гц и 4500 Гц (гармоники третьего порядка). Относительно сигнала частотой 1000 Гц гармоники частотой в 2000 Гц, 3000 Гц и 4500 Гц являются соответственно октавой, квинтой через октаву (дуодецимой) и секундой через две октавы (ноной через октаву). Относительно сигнала частотой 1500 Гц гармоники частотой в 2000 Гц, 3000 Гц и 4500 Гц являются соответственно квартой, октавой и дуодецимой. Таким образом, производные гармоники обеих частот в музыкальном смысле соотносятся с обоими основными тонами. Это не удивительно, потому что все музыкальные инструменты создают естественные гармоники (обертоны).

Теперь, если мы рассмотрим интермодуляционные составляющие, то они будут представлять собой не просто генерирование сигналов с увеличением частот в определенное количество раз (что, собственно, и является обертонами), а генерирование сигналов, частоты которых являются суммой и разностью частот генерируемых обертонов, например: F1 + F2; F1 – F2; 2 x F1 – F2; 2 x F2 + F1 и т.д.

Эти комбинации могут производить интермодуляционные частоты, которые в музыкальном смысле не всегда соотносятся с основными частотами. Более того, когда создается или воспроизводится комплексный музыкальный сигнал, то сложное спектральное распределение результатов интермодуляции не только не способствует обогащению гармонической структуры музыки (как это происходит за счет проявления гармонических искажений, по крайней мере, гармоник-обертонов низших порядков), но все больше начинает напоминать обычное добавление шума.



Передискретизация

Передискретизация (английское – resampling) в обработке сигналов – изменение частоты дискретизации дискретного (чаще всего цифрового) сигнала. Алгоритмы передискретизации широко применяются при обработке звуковых сигналов, радиосигналов и изображений (передискретизация растрового изображения – это изменение его разрешения в пикселях). Отсчёты сигнала, соответствующие новой частоте дискретизации, вычисляются по уже имеющимся отсчётам и не содержат новой информации. Повышение частоты дискретизации называется интерполяцией.

При восстановлении звукового сигнала (44,1 кГц, 16 бит) из цифрового представления в аналоговое образуются как бы два сигнала: прямой со спектром от 0 Гц до 20 кГц и зеркальный со спектром от 24,1 кГц до 44,1 кГц при частоте дискретизации 44,1 кГц. Чтобы срезать зеркальный канал применяют аналоговый фильтр (ФНЧ) минимум 4-го порядка с частотой среза 20 кГц. При повышении частоты дискретизации (передискретизации), например, до 192 кГц, зеркальный канал переносится туда же, поэтому частоту среза ФНЧ можно значительно повысить, уменьшить порядок фильтра и упростить его структуру, что позволяет значительно удешевить ЦАП.

ший выходной аналоговый фильтр ЦАП получается весьма сложным и очень дорогим.

Стремление сэкономить – это единственная причина, по которой на выходе ЦАП начали применять цифровые фильтры, которые искусственно поднимали частоту дискретизации аудиосигнала. Хуже всего то, что при этом они заполняли образовавшие при таком подходе временные «дыры» сигнала значениями, рассчитанными по каким-то странным и непонятным правилам.

Проблема сводится к тому, что, в отличие от дискретизации аналогового сигнала (т.е. аналогово-цифрового преобразования), передискретизация не является завершенной процедурой, поскольку для точного пересчета в передискретизированный сигнал надо произвести обработку значительной части аудиофайла. А это приводит к необходимости наличия дополнительных запоминающих устройств, к задержке выработки выходного сигнала и т.д. Короче, ни одна ИМС цифрового фильтра не может справиться с такой задачей, поэтому используются упрощенные алгоритмы пересчета.

При стандартном upsampling аудиоданных становится в 12 раз больше – частота 352 кГц, 24 бит (вместо исходных 44,1 кГц и 16 бит), вот только исходный аудиосигнал из них складывается плохо. Если посмотреть осциллограммы на выходе таких ЦАП, то можно увидеть, что при увеличении частоты дискретизации увеличивается и количество «скачков» на выходе ЦАП. При этом точность воспроизведения исходного сигнала ухудшается, поскольку каждый «скачек» иметь неидеально прямоугольную форму, да ещё и небольшой выброс (глитч).

На **рис.20** показано как изменяется исходный цифровой сигнал при частоте дискретизации 44,1 кГц и оцифровки синусоиды с частотой 20 кГц при передискретизации с коэффициентом 2, 4 и 8. Из **рис.20** хорошо видно, что дискретизация с частотой 352, 8 кГц позволяет получить сигнал гораздо более близкий к исходной синусоиде, чем использование передискретизации с этой же частотой.

В итоге неидеальная форма сигнала приводит к тому, что вместо определенного выходного значения, на время переходного процесса, имеется совершенно неверное, зависящее от скорости этого переходного процесса значение. На слух всё это воспринимается как некоторая потеря чёткости звучания и размытая локализация источников звука.

Измерительные приборы построены совсем не так, как человеческий слух, который способен воспринимать очень быстрые изменения формы и характера звукового сигнала. Это приводит к тому, что даже нетренированный слушатель легко отличает звучание ЦАПов, имеющих практически одинаковые технические характеристики, но построенных на разных принципах: сигма-дельта,

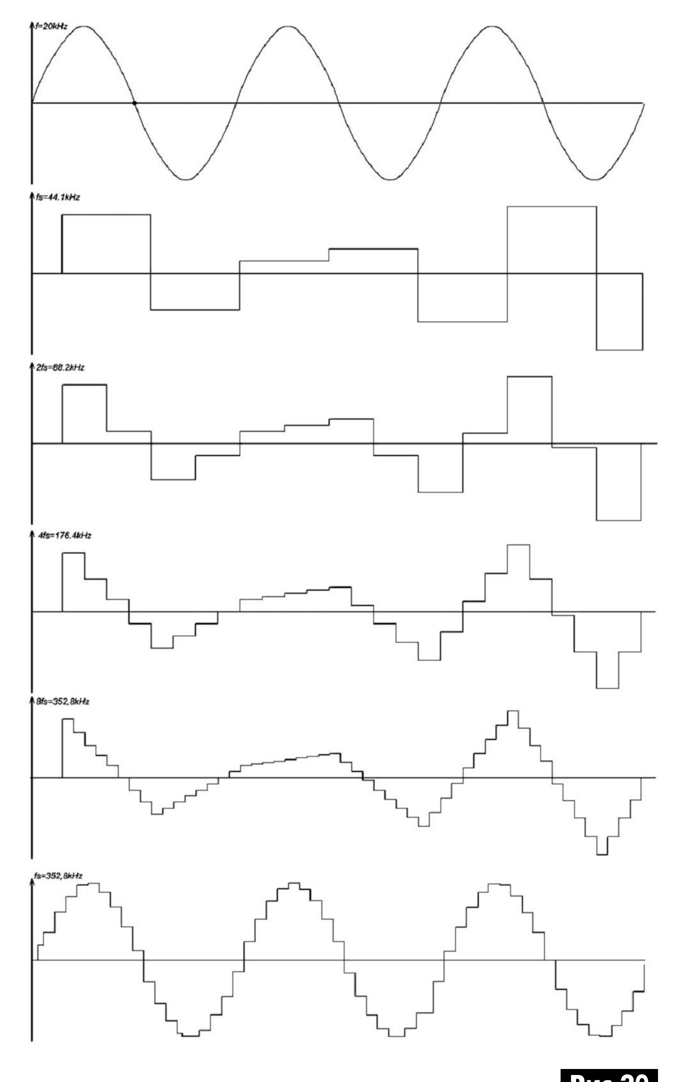


Рис.20

однобитный ЦАП, мультибитный ЦАП. Это свойство слуха объясняет также хорошую «слышимость» даже небольших помех на фоне знакомых звуков и, наоборот, селективность слуха к знакомым звукам даже при сильных помехах.

Итак, upsampling – это технико-экономическое решение, при котором ИМС ЦАП будет работать на повышенных частотах в ущерб точности работы с целью удешевления ЦАП. Разумеется, такое решение противоречит здравому смыслу и заметно ухудшает качество звучания такой аппаратуры. Поэтому в качественном аудиотракте не должно быть ни цифровых фильтров, ни технологии upsampling.

Недостатки сигма-дельта ЦАП

Широко распространенные сигма-дельта ЦАПы, например, популярный PCM1794 состоят из двух цифровых фильтров и собственно ЦАПа (**рис.21**). При этом первый цифровой фильтр служит интерполятором и умножает частоту дискретизации входного сигнала, осуществляя upsampling. Таким образом, на вход второго цифрового фильтра поступают данные с частотой 384 кГц. В этом втором фильтре (сигма-дельта модуляторе) происходит ещё одно повышение частоты дискретизации до 11...17 МГц (у разных типов ИМС частота отличается) и понижение разрядности цифрового сигнала. При этом выходной ЦАП так же, как и сигма-дельта модулятор работает на этой высокой частоте и имеет разрядность 6...7 бит (в зависимости от типа ЦАПа).

Сигма-дельта ЦАПы, при простоте и дешевизне и, вроде бы, очень высоких параметрах, сочетают в себе недостатки сразу двух устройств: сигма-дельта модулятора и цифрового фильтра. О недостатках цифрового фильтра уже сказано выше.

О сигма-дельта модуляторах можно сказать так: сколько типов ИМС на их основе, столько и вариантов их звучания. К несчастью, все сигма-дельта ЦАПы звучат хуже «честных» мультибитных ЦАПов (разумеется, если не использовать с мультибитными ЦАПами цифровые фильтры).

Много усилительных каскадов

Присутствующий в любом современном аудиотракте ЦАП содержит как минимум два усилительных каскада: преобразователь напряжение/ток; сумматор. Далее в аудиотракте имеется, так называемый, предварительный усилитель, а затем – УМЗЧ. Необходимость предварительного усилителя производители объясняют лучшим согласованием ЦАП и УМЗЧ, при его наличии. Однако выходной сигнал ЦАП составляет 1...2 В. Стандартному УМЗЧ достаточно 0,5...1 В, т.е. между ЦАП и УМЗЧ не нужен предварительный усилитель. Скорее, нужно ослабить сигнал с ЦАПа, а это очень неплохо делает пассивный регулятор громкости УМЗЧ в виде обычного потенциометра.

Недостаточная глубина ООС

Известно, и об этом часто говорят аудиофилы, что провода, конденсаторы, усилительные элементы и прочие компоненты аудиотракта вносят в аудиосигнал некую «окраску», которую пока невозможно измерить. Но эксперименты выяснили, что такая «окраска» звука, возникающая внутри УМЗЧ, охваченного ООС, подавляется ООС так же, как подавляются и прочие искажения. Это причина того, что УМЗЧ с очень глубокой (более 90 дБ) ООС звучат гораздо более естественно, чем УМЗЧ с менее глубокой ООС.

Интерполяция

Интерполяцией называется увеличение количества отсчетов сигнала в единицу времени. Отношение количества новых отсчетов сигнала в единицу времени по отношению к предыдущему количеству отсчетов сигнала называется коэффициентом интерполяции. Обычно это отношение выбирается целым числом.

При увеличении частоты отсчетов сигнала в соответствии с теоремой Котельникова расширяется полоса частот, описываемых этими отсчетами. Это означает, что в новую полосу частот попадает несколько частотных образов первоначального варианта сигнала. При интерполяции необходимо выбрать нужный частотный образ.

Задача выбора необходимого частотного образа решается с помощью цифрового фильтра. Такой фильтр называется интерполирующим. Именно этот фильтр вычисляет значения сигнала в точках между первоначальными отсчетами сигнала.



Рис.21

В проведенных экспериментах по субъективному прослушиванию выяснилось, что по мере увеличения глубины ООС в одном и том же УМЗЧ «окраска» звука становилась все меньше и меньше. При этом звуковая сцена становилась (используя термины аудиофилов) всё более глубокой и осязаемой, а звук в целом приобретал большую чёткость и деликатность. Оказалось, что звуки, записанные «живьем», например, в концертном зале и не подвергавшиеся обработке, начинают звучать очень и очень натурально. При этом звучание УМЗЧ с ООС в 95 дБ и в110 дБ можно явственно отличить на слух.

Нелинейность диэлектриков

К этим причинам относятся «странности» навесного монтажа, использование «плохих» межблочных проводов и «дешевых» конденсаторов. Однако недостаточное понимание природы влияния этих нелинейностей на звук не мешает аудиоинженерам изготавливать изделия, в которых их нет.





Высококачественный модуль ЦАП на гибридной ИМС

Николай Григорьев, г. Белгород

В статье описывается ЦАП, выполненный на легендарном гибридном ЦАП D20400 фирмы UltraAnalog.

Внешний вид ЦАП D20400 показан на **рис.1**. В полипропиленовый корпус размерами 76х50 мм помещена печатная плата с элементами собственно ЦАП, формирователя всех служебных сигналов на заказной масочной ПЛМ, устройства выборки-хранения и источника опорного напряжения.

Функциональная схема D20400

Преобразователь построен по, так называемой, «гибридной составной» схеме (**рис.2**). В основе её лежит высоколинейное преобразование младших разрядов с помощью монолитного ЦАП с небольшой разрядностью, гарантированной монотонностью на всей шкале и дифференциальной нелинейностью не хуже 0,25…0,5 младшего значащего разряда (МЗР), и преобразование старших разрядов в дискретном ЦАП, выполненном на КМОП ключах и прецизионной резисторной матрице. В качестве ЦАП двенадцати младших разрядов в D20400 используется монолитный КМОП прибор DAC7541 (AD7541A), обеспечивающий монотонность 14 разрядов и дифференциальную нелинейность не хуже 0,5 МЗР. Старшие 6 разрядов преобразует дискретный ЦАП на КМОП ключах 4051 и резисторной матрице, калибруемой при заводской настройке.

Все сигналы управления, как ЦАП младших разрядов, так и ключей старших разрядов, формируются заказной ПЛМ. Она же осуществляет преобразование форматов входных данных, инвертирование сигнала независимо по каналам (например, для дифференциального включения модуля) и т.п. вспомогательные функции.

Шкалу выходного аналогового сигнала задает прецизионный малошумящий ИОН, причем один на оба канала, что гарантирует высокую степень идентичности выходных напряжений. Более того, с той же целью оба канала используют единую резисторную матрицу, задающую веса старших разрядов. Эти меры позволили свести к минимуму взаимный дрейф каналов, как от изменения температуры, так и от естественного старения элементов.

К сожалению, при всех достоинствах на малых частотах преобразования, такая структура не позволяет непосредственно работать при периодах преобразования менее 1…2 мс, в связи с тем, что даже при тщательном подборе и согласовании временных диаграмм работы ключей старших разрядов и ЦАП МЗР, энергия глитча будет достаточно велика. Для решения данной проблемы на выходе ЦАП разработчики D20400 применили устройство выборки-хранения (УВХ), причем момент выборки может быть задан произвольно, так как ключи УВХ имеют отдельные независимые входы управления. Поскольку от качества ключей, в основном от их апертурной неопределенности, зависит величина эквивалентного джиттера преобразования, то в УВХ применены МДП ключи SD540x фирмы Calogic, обеспечивающие время распространения сигнала в канале ключевого транзистора менее 600 пс и собственную апертурную неопределенность менее 0,8 пс, и прецизионные ОУ. Питание обоих каналов D20400 – объединенное, при этом развязка между каналами составляет более 98 дБ на частоте 10 кГц. Прибор имеет выход по напряжению, причем полной шкале преобразования соответствует амплитуда напряжения на выходе ±5 В. От всех источников питания D20400 потребляет суммарную мощность около 1,7…1,8 Вт.

Структурная схема модуля ЦАП

Для реализации функционально законченного модуля цифроаналогового преобразователя была

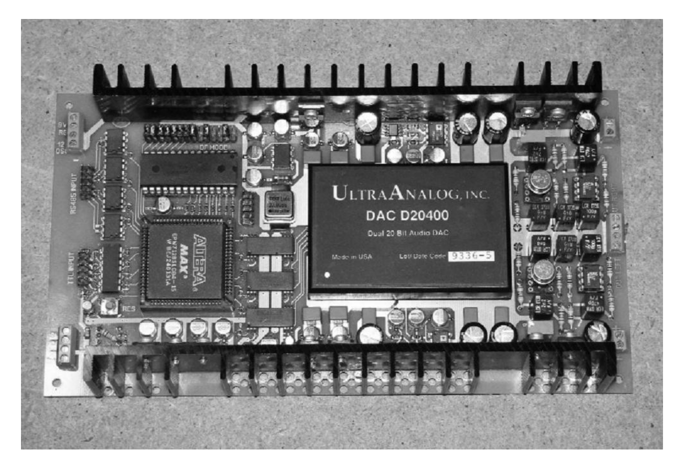




Рис.1

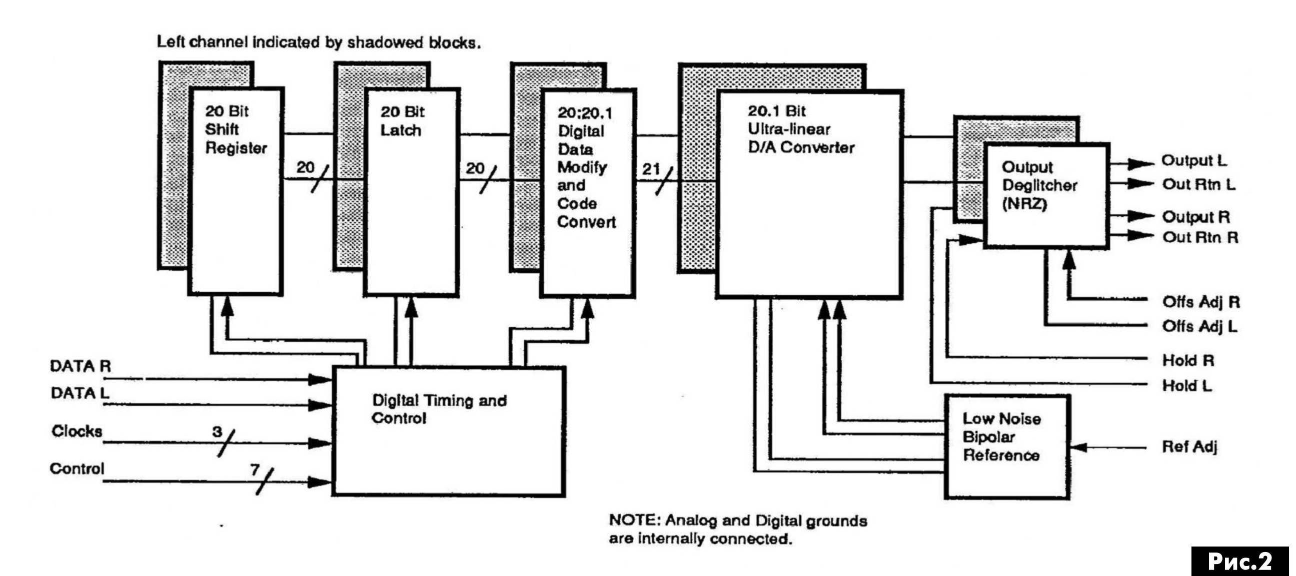


Рис.2

выбрана хорошо известная и прекрасно себя зарекомендовавшая структурная схема, показанная на **рис.3**.

Схема ВИ (входного интерфейса) согласует логические уровни цифровых устройств модуля с логическими уровнями внешних устройств и обеспечивает заданный уровень помехозащищенности интерфейса модуля ЦАП и источника звукового потока. При передаче данных на небольшие расстояния (до 20...30 см) интерфейс может быть стандартным ТТЛ/КМОП, при больших расстояниях передачи желательно, а зачастую и обязательно, применение дифференциальных интерфейсов типа RS422/RS485, LVDS, ECL.

ЦФ (цифровой интерполирующий фильтр) является обязательным устройством звуковых ЦАП при работе с частотами дискретизации, близкими к удвоенной верхней частоте звукового спектра, т.е. 44,1 и 48 кГц. Применение ЦФ с многократной (4- или 8-кратной) передискретизацией смещает спектр продуктов дискретизации в область частот выше 100 кГц и позволяет существенно снизить требования к восстанавливающему аналоговому фильтру как по коэффициенту прямоугольности, так и по величине затухания в полосе подавления, по крайней мере, в области, близкой к частоте среза ФНЧ. Качество ЦФ, т.е. его порядок, количество отводов, разрядность вычислений, алгоритм округления выходных данных до разрядности ЦАП во многом определяют итоговое качество звучания устройства, оснащенного ЦФ.

Контроллер тайминга и синхронизации (КТ) обеспечивает оптимальные с точки зрения помехозащищенности временные соотношения сигналов, подающихся на ЦФ и управляющих ЦАП. Это устройство очень удобно выполнять с применением программируемой логики, поскольку физические габариты систем формирования сеток тактовых сигналов и пересинхронизации приема/выдачи данных согласно таких сеток могут оказаться весьма значительными, кроме того, ПЛИС дают возможность «на ходу» менять проект и таким образом подбирать оптимальные режимы передачи данных во временной области.

Гальваническая развязка (ГР) позволяет многократно снизить уровень асинхронных помех, проникающих от цифровых устройств в аналоговую часть по общему проводу («земле»). По сути, именно ГР определяет разделение устройства на цифровую и аналоговую части. Все, что находится на **рис.3** справа от ГР, относится к аналоговой части.

ЦФ КТ ГР РП ЦАП ФНЧ выход
MCLK MCLK MCLK
LRCK BCK SDATA MCLK
ВИ ТГ

ВИ - схема входного интерфейса
ЦФ - цифровой фильтр
КТ - контроллер тайминга и синхронизации
ГР - схема гальванической развязки
РП- регистр пересинхронизации
ТГ - тактовый генератор
ЦАП - цифроаналоговый преобразователь
ФНЧ - восстанавливающий фильтр низких частот

Рис.3

АУДИО-ВИДЕО



Тактовый генератор (ТГ) вырабатывает основной тактовый сигнал, из которого в синхронной системе формируются все остальные тактовые сигналы. Он же осуществляет тактирование *регистра пересинхронизации (РП)* – устройства, предназначенного для исключения мгновенных временнЫх нестабильностей фронтов сигналов управления ЦАП, т.е. подавления джиттера. После РП величина мгновенной временной нестабильности определяется лишь фазовым шумом тактового генератора и апертурной неопределенностью триггеров регистра. Все нестабильности, имеющиеся в сигналах на входах РП, если их величина не превышает периода тактовой частоты, пересинхронизация устраняет полностью.

Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) осуществляет преобразование цифрового потока данных в аналоговый сигнал, а фильтр низких частот (ФНЧ) обеспечивает в большей или меньшей степени выполнение условий теоремы Котельникова. Преобразование цифровых данных в аналоговый сигнал может быть осуществлено несколькими способами, наиболее распространенные из которых – параллельный, путем суммирования весовых сигналов в амплитудной области (так называемые, мультибитные или параллельные ЦАП), путем изменения распределения калиброванных единичных отсчетов во временной области (ШИМ, ЧИМ преобразование) и, как разновидность последнего, – путем изменения распределения во временной области приращения сигнала по отношению к предыдущему отсчету, так называемое, дельта-преобразование. Последний способ и его разновидности обеспечивают очень высокую статическую точность и точность преобразования детерминированных сигналов, но из-за наличия взаимозависимости соседних отсчетов в силу природы такого преобразования искажают статистические характеристики случайных сигналов. В частности, автокорреляционная функция (АКФ) преобразованного сигнала будет представлять собой свертку АКФ преобразуемого сигнала и корреляционной функции (КФ) преобразователя.

Параллельные ЦАП обеспечивают меньшую статическую точность, подвержены различного рода дефектам ХП (например, немонотонность) и очень сложны и дороги в производстве при необходимой точности выше 16–17 разрядов (когда вес младшего разряда становится сравним с величинами сигналов утечек в полупроводниковых структурах и по поверхности подложек и плат). Но при этом длина их КФ всегда меньше или равна периоду дискретизации, преобразование соседних отсчетов происходит статистически независимо, и вероятностные характеристики случайных сигналов, к которым по многим признакам можно отнести и звуковые, не искажаются. Возможно, этим объясняется субъективное преимущество звучания параллельных ЦАП перед сигма-дельта преобразователями.

Работа модуля ЦАП

Принципиальная электрическая схема модуля ЦАП, основанная на рассмотренной выше структурной схеме, показана на **рис.4**.

Входной интерфейс устройства обеспечивается специализированной микросхемой DD1 типа 74HC7541, содержащей 8 триггеров Шмитта с высокой нагрузочной способностью, что позволяет, с одной стороны, благодаря гистерезису характеристики переключения, повысить помехоустойчивость входов, а с другой – обеспечить надежную передачу тактовой частоты до 20 МГц на расстояние до 30 см без применения дополнительных мер. Первичная пересинхронизация входных сигналов, их приведение к виду, воспринимаемому ЦФ, формирование необходимых тактовых частот, а также формирование наиболее благоприятных таймингов для сигналов управления ЦАП, производится в ПЛИС DD4 типа EPM7128SLC84-15 фирмы Altera. Применение наименее скоростного прибора довольно старой серии MAX7000S обусловлено, в первую очередь, низкими электромагнитными помехами, генерируемыми этими ПЛИС. Уровень помех в окружающем пространстве в полосе частот до 10 ГГц, излучаемый ПЛИС типа EPM7128, примерно на 12…16 дБ ниже уровня помех, излучаемых ПЛИС типа EP1K30 серии ACEX, при одинаковом проекте и одинаковой тактовой частоте.

Поскольку данный модуль ЦАП разрабатывался для работы исключительно с форматом CDDA, как с единственным на сегодняшний день реальным форматом высокого качества воспроизведения, то в качестве ЦФ был использован хорошо известный фильтр SM5842 фирмы NPC, работающий до частоты дискретизации входного сигнала в 50 кГц. По сравнению с современным фильтром SM5847, имеющим полностью идентичную структуру, но позволяющим работать до частот дискретизации 200 кГц, SM5842, как устройство на основе менее скоростных ЛЭ, обеспечивает меньший уровень помех, излучаемых в эфир и наводимых в питающих цепях на величину в 3…6 дБ.

Первоначальный сброс всех цифровых микросхем при включении питания обеспечивает специализированный генератор сброса DD2 типа ADM707.

Питание цифровой части осуществляется от типового стабилизатора 7805, обеспечивающего требуемый уровень стабильности и шумов цифрового питания.

Гальваническая развязка цифровых и аналоговых цепей обеспечивается с помощью скоростных цифровых изоляторов U1–U6 типа ADuM1100BR.

Тактовый генератор и регистр пересинхронизации расположены на «аналоговой» стороне схемы. Эти устройства полностью аналогичны таковым в предыдущих конструкциях ЦАП. В качестве регистра пересинхронизации используется 8-разрядный регистр DD5 типа 74ABT574, обладающий са-

мым низким уровнем собственного джиттера из всех известных автору микросхем ТТЛ/КМОП серий. Тактовый генератор – герметичный интегральный GXO-U100H фирмы Golledge, обладающий при сравнительно невысокой цене превосходными характеристиками. В качестве альтернативы можно рекомендовать генераторы TENT Labs, обладающие похожими или чуть лучшими характеристиками. Поскольку параметры генератора, в особенности уровень фазового шума, сильно зависят от качества питания, то питание генератора осуществляется от интегрального источник опорного напряжения (ИОН) DA3 типа AD586, имеющего структуру ИОН – фильтр шумов – регулирующий элемент. С внешними конденсаторами фильтра шума этот прибор позволяет получить уровень шума в выходном напряжении ниже –117…120 дБ.

Питание регистра пересинхронизации и цифровой части самого ЦАП осуществляется от стандартного стабилизатора DA2 типа 7805. Возможно, применение 7805 вызовет у многих недоумение, однако это вполне осознанный шаг, сделанный на основе как измерений, так и субъективных сравнений. В ходе предварительных экспериментов выяснилось, что питание регистра пересинхронизации и цифровой части ЦАП от 7805 субъективно и объективно не ухудшает свойств устройства по сравнению с вариантом питания от дискретного стабилизатора. Правда, принципиальным явилось происхождение стабилизатора. Приборы российского производства, а также SGS Thomson, ROHM, Philips и Texas Instruments обладают примерно вдвое-трое большим шумом и на 10…12 дБ худшим подавлением помех по входу на частотах 10…100 кГц, чем аналогичные микросхемы стабилизаторов производства ONS, TS, JRC и Mitsubishi.

(Продолжение следует)

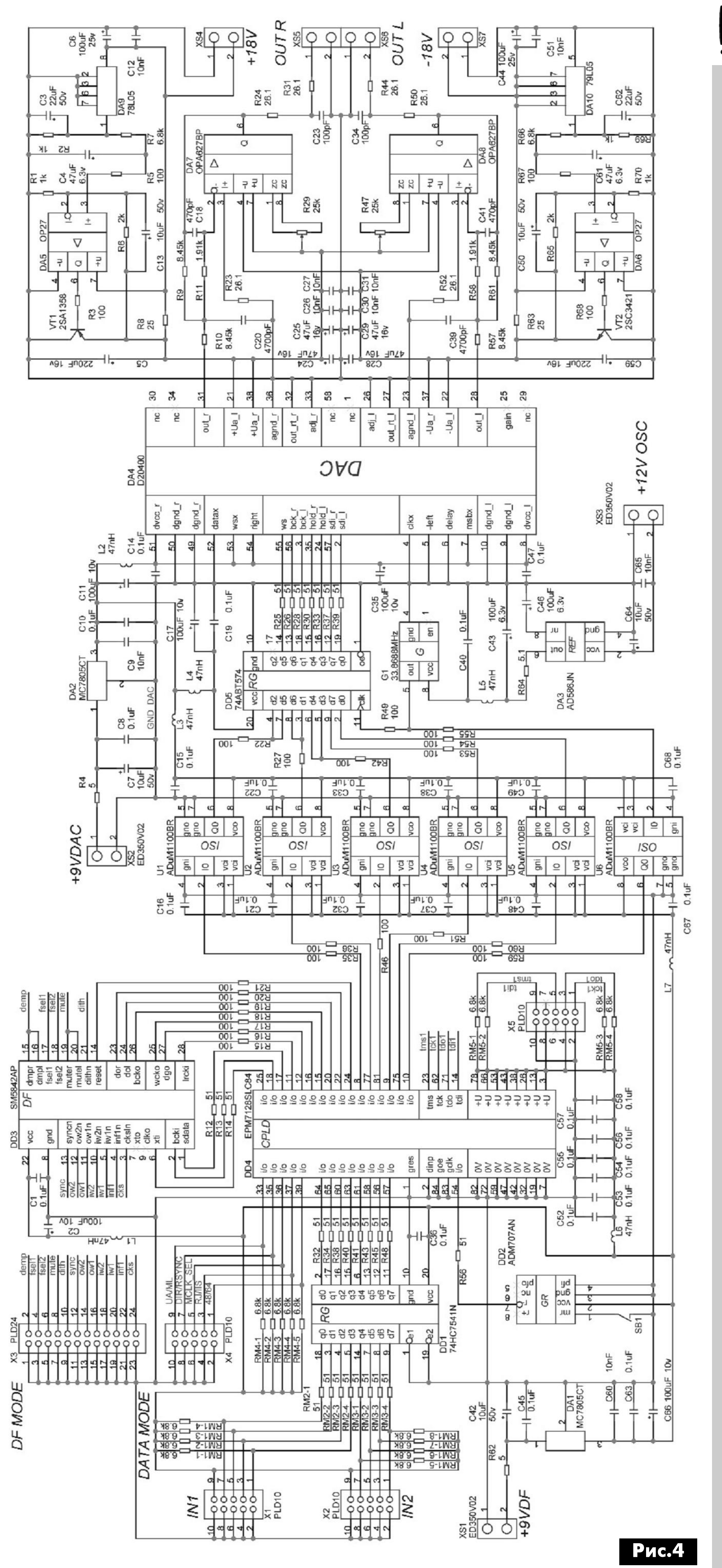


Рис.4



Особенности автомобильных аудиосистем

Виктор Попович, г. Калуга

В статье рассматриваются недостатки серийных автомобильных аудиосистем и пути улучшения их звучания.

Основная причина, которая только усугубляет ненависть аудиоинженеров к автоконструкторам, – это экономия последних на каждом центе себестоимости и сотрудничество при этом почти исключительно с производителями аудио-аппаратуры отвратительного качества (Bose, Nokia и т.п.). Это можно объяснить разве что коррупционными мотивами, ведь стоимость таких аудиосистем в списке опций у дилеров в разы выше, чем стоимость аналогичных систем, но приобретаемых на свободном рынке.

Стандартные автомобильные УМЗЧ

Под стандартными, здесь и далее, подразумеваются аудиоустройства, устанавливаемые в автомобиль на заводе-изготовителе, либо встраиваемые в него на СТО авторизованных дилеров.

Немного поговорим об оконечном усилителе (УМЗЧ), выполненном, как правило, на ИМС. Даже один взгляд на эту микросхему может вызвать положительные эмоции только у компьютерщика, которому чем выше степень интеграции, тем лучше. На самом деле компьютерные микросхемы с миллионами транзисторами внутри, каждый из которых потребляет доли микроампера в режиме переключения и наноамперы в ждущем режиме – это совсем другое. Звуковые устройства работают не в переключательном режиме, а в непрерывном с невысоким КПД, в котором самое главное – это внесение минимума искажений.

Произведем расчёт: возьмем усилитель с выходной мощностью 50 Вт. КПД такого усилителя в среднем около 50%. Значит, в общей сложности он потребляет 100 Вт – одна половина уходит через провода на динамик, другая греет воздух. При напряжении питания 12,6 В это означает, что потребляемый ток будет:

$$I = P / E = 7{,}9\ A,$$

где:

P – мощность,

E – напряжение питания.

Это приличный ток, столько потребляет пара штатных ламп ближнего света. Четырехканальный усилитель будет требовать до 32 А. Это уже большой ток. И предохранитель там должен быть специальный, и провод должен быть толстый, чтобы не расплавиться. А теперь посмотрите на предохранитель, болтающийся на тонюсеньком шнурке, выходящем из корпуса магнитолы, – может он такой ток пропустить? Нет, на нем честно написано 10 А, реже 15 А. Значит, врут производители головных устройств? Да, врут, притом нагло и бессовестно. Засудить бы их всех за обман покупателей.



Еще раз взгляните на микросхему сороконожку УМЗЧ – ведь внутри нее не 4, а все 8 каналов усиления. Возьмем формулу, по которой можно вычислить выходную мощность идеализированного двухтактного бестрансформаторного транзисторного усилителя:

$$P = E^2 / 8\ R,$$

где:

R – сопротивление звуковой катушки громкоговорителя.

А вот E еще на самом деле нужно умножить на коэффициент, меньший единицы, который учитывает неполное использование напряжения питания, например, падение напряжения на открытом коллекторном переходе транзистора и коэффициент усиления оконечного каскада, который в распространенных схемах тоже меньше единицы. Из нее следует, что мощность усилителя не может превышать (при наиболее распространенном сопротивлении 4 Ом и напряжении питания 12,6 В) 4 Вт (и то это, так называемая, «максимальная», а потому сильно искаженная мощность).

Поэтому усилители подключают в «мостовую схему», т.е. такую, в которой динамик подключен между выходами двух противофазно включенных усилителей, т.е. так, что когда на выходе одного усилителя сигнал начинает возрастать, то на выходе другого он начинает убывать. Если коэффициент использования питающего напряжения равен 1, то мощность должна возрасти в 4 раза. В действительности только у самых мощных тщательно спроектированных усилителей это увеличение будет 3,7 раза, что очень большая редкость, обычно 3–3,2, а то и вовсе 2–2,5 раза.

Итак, видно, что миниатюрный интегральный усилитель современного головного устройства может развить мощность от силы 10...12 Вт (**рис.1**). Еще раз возьмем микросхему, распилим её корпус и увидим золотые нити, идущие от полупроводникового кристалла к выводам, и еще раз засомневаемся в способности этого усилителя выдать нормально хотя бы эти 12 Вт. Для примера, поставим рядом дискретный мощный транзистор, которые в любом настоящем УМЗЧ россыпью припаяны к печатной плате, а иногда такие транзисторы по габаритам больше всей микросхемы. В данном случае успехи микроминиатюризации вовсе не означают успехов в качественном звуке, скорее, наоборот.

Стандартные автомобильные аудиосистемы

Чем больше занимаешься озвучкой автомобилей, тем больше понимаешь, что автоконструкторы – наши враги. Все, что они делают, идет нам, аудио инженерам, во вред. Например, для улучшения аэродинамики сильнее наклонили лобовое стекло – стало больше торпедо, но непропорционально, в некоторых машинах, например в Audi TT, оно нависает уже над сиденьем. Стали комплектовать кондиционерами – и внутреннее пространство торпедо больше утыкано воздуховодами, чем местами для акустики. EuroNCAP стало практиковать в своих краш-тестах боковой удар, и поперечные напольные балки стали толще и шире, мешая устанавливать ящики АС.

Последняя пакость, придуманная ими для аудиоинженеров, – для снижения издержек лобовые стекла легковых автомобилей стали делать почти прямыми, без изгибов. Это сразу создает проблемы с созданием качественной стереопанорамы. Поэтому АС приходится устраиваться в том пространстве, которое для них оставляют.

Чаще всего заводские установки предполагают установку источника звука (CD-ресивера, либо приемника с MP3 плеером и входом USB часто дополненного видео и навигационной системами) с многоканальным усилителем, чаще всего 4-канальным, интегрированным с головным устройством, но количество каналов достигает и 14 в отдельных дополнительных блоках, установленных в багажнике. Нагружено это все впереди на динамики, установленные в дверях, в некоторых, например BMW, в двери стоят по 3 динамика (для низких, средних и высоких частот), сзади их ставят, чаще всего, на заднюю полку седана, реже в двери или в обрамление подъемной полки хетчбека.

В дорогих седанах иногда дополнительно к установке в задние двери ставят в полку 2 или 4 пяти- или шестидюймовых динамика для улучшения звучания баса. Этим списком практически исчерпывается фантазия заводских конструкторов. Звучит это всё всегда отвратительно за одним-единственным исключением – Lexus LS-400 1990-х годов со стереосистемой производства Nakamichi.

Стандартная автомобильная акустика

О ней много говорить и не стоит. Достаточно ее демонтировать и визуально сравнить с любой приличной акустикой. В первую очередь бросается в глаза разница в размере магнита, а ведь мощность магнита определяет большинство параметров динамика.

Есть основная формула расчета чувствительности громкоговорителя, которая пропорциональна индукции в рабочем зазоре (а это напрямую зависит от размера магнита), длине провода в катушке громкоговорителя, площади диффузора и обратно пропорциональна массе подвижной системы. Все это умножается на сложный коэффициент, содержащий под знаками радикала добротность (в сущности, мощность магнита) и основной резонанс в свободном пространстве и в выбранном объеме.

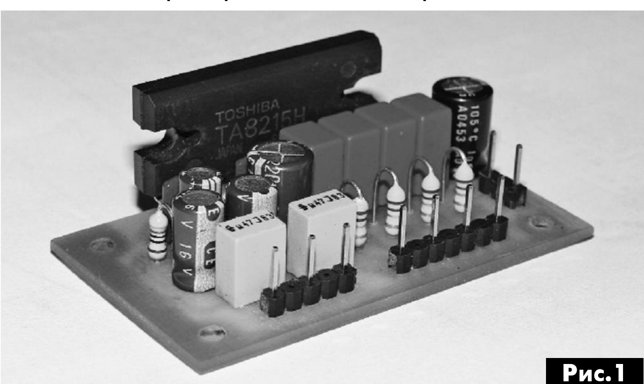


Рис.1

Чувствительность – это звуковое давление, развиваемое громкоговорителем при подведении к нему определенной мощности. По советским гостам измерялась в паскалях на квадратный метр при мощности 0,1 Вт, сейчас в акустических децибелах при мощности 1 Вт.

Чем же играют разработчики для увеличения этого параметра? Увеличивают размеры магнита – становится неподъемным динамик, притом дороже, применяют более эффективные магнитные сплавы для магнита – подскакивает цена, сужают зазор, в котором движется катушка, значит, меньше диаметр провода – меньше будет мощность, а при больших амплитудах будет задевать провода-ми за магнит. Увеличить длину провода – увеличится подвижная масса, а это снижает то, что мы пытаемся увеличить. Увеличить отношение диаметра диффузора к его массе – нужно делать более тонкий диффузор, а как при этом обеспечить низкую резонансную частоту и снизить изрезанность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)?

Это только часть проблем выбора параметров, стеной стоящих перед разработчиками громкоговорителей. Например, среди любителей-самодельщиков считается, что легкий бумажный диффузор – это хорошо, ведь тогда диффузор будет быстрее откликаться на действие электромагнитного поля, что благоприятно отразится на таком «слушательском» параметре, как «микродинамика». Хорошо-то хорошо, но ничего хорошего.



Диффузоры штатных автомобильных динамиков (**рис.2**) прессуются из целлюлозной массы одновременно с гофрированным подвесом и воротником (плоской шайбой, которой подвижная часть приклеивается к диффузородержателю, который еще иначе в просторечье именуется «корзиной»). Это обеспечивает минимальную себестоимость, но, оказывается, снижает качество.

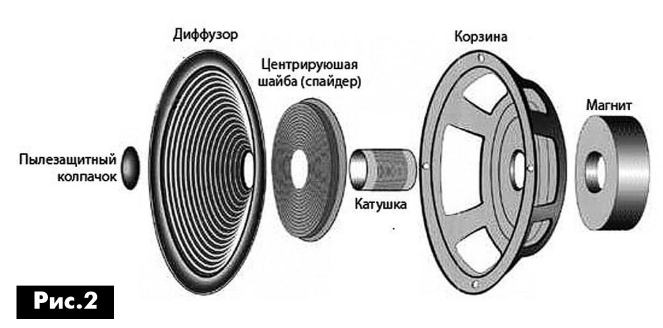


Рис.2

На самых низших частотах диффузор колеблется вместе со звуковой катушкой как единое целое, и АЧХ получается ровной. С повышением частоты из-за ограниченной скорости звука в материале диффузора он перестает быть монолитом, и различные его участки начинают колебаться самостоятельно. Поглощение энергии этих колебаний в целлюлозе невелико, волны проходят через подвес к диффузородержателю и отражаются от него. Усугубляет ситуацию и наличие коаксиально установленного в мидбас динамик СЧ-ВЧ излучателя (**рис.3**).

Отраженные и прямые волны образуют стоячие волны, из-за чего на АЧХ возникают глубокие пики и провалы, нередко превышающие 10 дБ. При этом возникают структурные призвуки, когда отдельные участки диффузора излучают на собственных частотах, которые обеспечивают появление пиков на АЧХ, высота которых порой может достигать и все 20 дБ.

Во-первых, борются с этим применением подвесов с высокими потерями на вязкое трение, чаще всего из резины и резиновой «пены». (Понятно, что под словом «резина» имеются в виду современные полимерные материалы).

Второй способ улучшения линейности АЧХ – это применение материалов диффузора с повышенным внутренним затуханием. Так, например, динамики Пауэрампер серии SP имели диффузор из смеси целлюлозы с тонкой шерстью и пропиткой авторской медленно сохнущей мастикой. В результате не было динамиков, равных этим SP по качеству звучания. Ровный характер АЧХ обеспечивает, например, полипропилен, который первоначально был применен в автомобильной акустике из-за стойкости к атмосферным воздействиям. Но в наиболее высококачественных громкоговорителях используются довольно дорогие смеси натуральных и полимерных материалов.

Еще одним важным фактором является величина рабочего хода катушки. Звучание динамика является неискаженным только тогда, когда одно и то же количество витков звуковой катушки находится в зоне равномерного распределения силовых магнитных линий. Если взглянуть на динамик, то чаще всего кольцевой ферритовый магнит находится между двумя железными шайбами, из которых верхняя, находящаяся ближе к диффузору, и определяет упомянутую зону. Практически всегда длина звуковой катушки больше толщины этой шайбы.

В публикациях, посвященных конструкциям динамиков, упоминаются и другие варианты, но они в промышленности не применяются. Так вот, рабочий ход звуковой катушки не может быть больше половины разницы между длиной катушки и толщиной шайбы. Большой ход – это хорошо для снижения искажений и повышения отдачи на низких частотах: чем больше ход, тем ниже нижняя граница воспроизводимых частот и больше предельно достижимая громкость. Но большой ход – это плохо, так как из-за недоиспользования всей длины катушки происходит потеря КПД. Дешевые динамики имеют малый ход, что позволяет на небольших мощностях иметь высокий КПД даже с маленькими магнитиками. Но стоит только подать больше мощности или более низкие частоты, так сразу катастрофически начинают расти искажения.



Рис.3

Итак, что из всего вышесказанного вытекает? То, что в автомобильной аудиосистеме должен присутствовать отдельный усилитель и приличного качества динамики. Достаточно ли этого для качественного воспроизведения музыки? Оказывается, что нет. Оказывается, что не учтено еще два фактора – адекватное воспроизведение баса и построение стереопанорамы («звуковой сцены»).

Воспроизведение баса

Проблему воспроизведения баса разделим на два подпункта. Первый придется начать с понятия «добротности». Добротность контура означала повышение напряжения в колебательной системе на частоте резонанса, что очень важно, например, в радиоприемниках. Там добротность колебательных контуров достигает десятков и даже сотен. Благодаря этому, например, нам удается среди миллионов источников помех поймать сигнал именно «нашего» сотового передатчика. А вот для резонансной системы, которой является ди-

намик, высокая добротность только вредит. Так, при добротности, равной или больше единицы, динамик помимо сигнала, подаваемого на него, будет излучать призвуки – сигналы с частотой, равной половине подаваемой частоты, а также сигнал с частотой, равной резонансной частоте динамика. Причем из-за того, что эти призвуки не находятся в целочисленном соотношении с музыкальным сигналом, они будут отчетливо слышны и будут портить звук, создавать эффект бубнения на одной ноте. При высокодобротной подвижке динамик будет излучать только частоты, близкие к резонансной частоте. К счастью, для равномерного излучения частот выше резонансной, амплитуда должна падать с повышением частоты. Это счастливое явление обеспечивает ровную АЧХ, чему, впрочем, мешают явления, рассмотренные ранее.

Но требуемое увеличение амплитуды движения диффузора при подаче все более и более низкочастотных звуков достаточно быстро упрется в рассмотренное выше предельное смещение диффузора и не позволит создать адекватное звуковое давление. Проблема решается просто, но дорого – установкой дополнительного динамика со значительно большей площадью диффузора и большим его ходом (**рис.4**) и, соответственно, с дополнительным каналом усиления. Такой динамик называется сабвуфером. Вот так в нашей аудиосистеме появился новый элемент, притом весьма недешевый. Если считать стоимость системы вместе со стоимостью всей инсталляции, то для низко- и среднебюджетных систем стоимость введения в нее сабвуфера составит примерно столько же, как и вся предыдущая система, а зачастую и больше.

Правильный бас и стереопанорама

Эти элементы рассматриваются вместе потому, что имеют неразрывную взаимосвязь, как ни странно это звучит. Как традиционно устанавливались динамики в автомобили (как, впрочем, зачастую и сейчас)? Либо в двери, либо в торпедо. Установка в торпедо имеет ряд недостатков. Так, торпедо представляет собой открытый ящик с малой отдачей на низких частотах, да и в звуковую сцену вносит огрехи. При дверной установке динамики смотрят друг на друга, т.е. работают в противофазе. Из-за того, что динамики расположены на расстоянии 1,2...1,4 м, противофазное соотношение возникает на целом ряде частот. В результате на АЧХ образуются провалы на частотах в диапазоне 100...300 Гц. А это область самых важных для баса обертонов.

Напомню важные факты, связанные с этим. Любой реально существующий музыкальный звук не является простым. Звук даже единственного инструмента, не аккорд, состоит, как минимум, из основного тона и набора обертонов, высота которых относительно основного тона примерно соответствует натуральному ряду чисел 1, 2, 3 и т.д. В момент звукоизвлечения, называемый атакой, сначала появляются обертона, а уже потом основной тон, потом основной тон растет, а обертона затухают, начиная с высших. Вот этот набор обертонов называется спектром. Закон изменения спектра во времени называется тембром.

У целого ряда инструментов в спектре присутствуют шумовые компоненты, а в металлических ударных каждый следующий обертон отдаляется все больше от частот, кратных целым числам, умноженным на частоту основного тона. При этом



Рис.4

сами частоты обертонов не остаются постоянными, а плывут по частоте. Все это вместе взятое и составляет отличие живого звука от электронного: мертвого, однообразного и скучного.

Вернемся к басу и стереоэффекту. Считается, что нельзя определить направление на источник звука, если его частота ниже 300 Гц. Нынешние радиолюбители-самодельщики берут сабвуфер, соединяют его с кроссовером (разделительным фильтром), выставляют на нем частоту 300 Гц, включают музыку, слушают и говорят: «Ну, как же, я прекрасно слышу направление на него». При этом забывают, какие фильтры применяются. А это в лучшем случае 12 дБ/октава, т.е. звук с частотой 600 Гц будет ослаблен всего в 4 раза, а 1200 Гц, находящийся в области наивысшей чувствительности слуха – всего в 16 раз. С учетом нелинейной АЧХ слуха – это немного, слух эти частоты слышит уверенно и локализует точно.

А в корректных опытах основоположников акустики использовалась не музыка, а чистый синусоидальный тон от генератора. Локализации в этом случае действительно нет. Эта частота раздела (300...400 Гц) используется в домашних трехполосных колонках (настоящих, с большими «басовиками» диаметром 25...30 см). И это правильно, потому что здесь находятся самые «вкусные» обертона басовых звуков, определяющие их тембр, рельеф, артикуляцию и энергетику.



В автомобиле мы вынуждены нарушать эту идиллию из-за невозможности размещения в передней части салона автомобиля пары излучателей, эффективно воспроизводящих частоты во всей необходимой полосе, начиная с 20 Гц. Поэтому приходится басовую полосу (от 20 до 315 Гц) делить.

Обычно частоты от 20 до 80 Гц играет специальный большой длинноходный сабвуфер в багажнике автомобиля, а вторые две отдаются малокалиберному излучателю верхнего баса, так называемому, мидбасу. Впрочем, до 300 Гц они играют редко, но это тема будет раскрыта позже.


Рис.5

Почему делим так? Основная причина – ограниченность возможностей кроссоверов. Я ставил опыты по восприятию басовых звуков, подключая сабвуфер в багажнике через каскад кроссоверов. При частоте среза 80 Гц и крутизне фильтра 12 дБ/октава уверенно было слышно, что сабвуфер находится в багажнике, и только специальные меры помогали устранить этот эффект.

Увеличение крутизны до 24 дБ/октава заметно снижало этот эффект, 36 и тем более 48 дБ/октава делали локализацию сзади несущественной. Наилучший эффект был достигнут при крутизне 60 дБ/октава. Больше не проверялось – просто под рукой не было нужного кроссовера.

Из этих опытов следовал еще один вывод: чем выше крутизна фильтра, тем выше частоту раздела можно применить. Нужно учесть и такой фактор: когда сабвуфер играет на грани рабочего хода диффузора, а усилитель на грани максимальной выходной амплитуды сигнала, то они сами начинают генерировать обертона – нелинейные искажения, которые тоже будут отчетливо слышны и будут влиять на заднюю локализацию баса. Так вот, если крутизна фильтра 36...48 дБ/октава, то можно частоту раздела повысить до 120 Гц, а при 60 дБ/октава – и до 160 Гц! При этом разительным образом возрастает энергетика баса, поскольку в полосе первых двух октав сосредоточена меньшая часть энергии баса.

Но, как уже говорилось ранее, дверная установка мидбасов не обеспечивает эффективного воспроизведения диапазона, в котором находятся басовые обертона, вследствие чего нарушается слитность басовых звуков и снижается энергетика. Выход из тупика, в котором до сих пор пребывает автомобильная промышленность (которой, по всей видимости, наплевать на своих потребителей) – это расположение мидбасовых динамиков так, чтобы диффузоры двигались в одну сторону, а не взаимно противоположно.

Решение к середине 1990-х нашли участники американского автозвукового движения, расположив мидбасы на полу. Некоторые из них просто вырезали в полу своих джипов дырки и монтировали туда динамики. В их жарком засушливом климате это оправданное решение. Нам такой вандализм ни к чему.

Мы динамики устанавливаем в напольные ящики (**рис.5**). Мидбасы в них установлены в одной плоскости строго горизонтально и работают синхронно в одну сторону, т.е. синфазно, благодаря чему не гасят друг друга, а усиливают. Преимущества этого способа установки мидбасовых динамиков многочисленны:

- воспроизведение басов становится слитным;
- при правильной фазировке бас всегда ощущается исходящим спереди;
- бас богаче, энергичнее, громче.

Одновременно выстраивается ровная, симметричная и высокая звуковая сцена. Средние частоты, которые в дверной установке излучаются куда-то в область под ногами и теряются там (в некоторых автомобилях глубина провала на частотах выше 1000 Гц превышает 10 дБ или в 3 раза), в напольной установке излучаются вертикально вверх и, отразившись от лобового стекла, напрямую попадают в уши слушателя, благодаря чему они лучше слышны и попросту громче. Суммарная разница в звуковом давлении по сравнению с дверной установкой достигает 5...6 дБ, т.е. в 2 раза.

Итоги

Что еще мы не рассмотрели? Многополосные системы? И не будем. Это полезно в домашних АС, так как сужение воспроизводимого диапазона частот в каждой полосе благоприятно для снижения интермодуляции верхних частот нижними. Это выгодно для автомобильной 12-вольтовой индустрии, так как трехполосные системы стоят гораздо дороже. Это довольно эффективно в случае дверных соревновательных процессорных систем, но во всех остальных случаях простому потребителю и вдумчивому аудиофилу это совсем невыгодно и не хорошо с акустической точки зрения.

Таким образом, правильная качественная автомобильная аудиосистема должна обязательно включать в себя усилитель, сабвуфер и обладать напольным расположением фронтальных мидбасов с СЧ-ВЧ излучателями.

Устройство резервного питания электронных часов



Алексей Воропай, г. Харьков

В статье предлагается простое устройство резервного питания для электронных часов с использованием аккумуляторов от устаревших или вышедших из строя мобильных телефонов.

В настоящее время используется значительное количество электронных часов, предусматривающих резервное питание от девяти вольтовой батареи типа «Крона». Время службы такой батареи примерно полгода.

Предлагаю доработать часы с целью продления срока службы резервного питания минимум в четыре раза. В этом случае вместо «Кроны» используется пара аккумуляторных батарей от мобильного телефона.



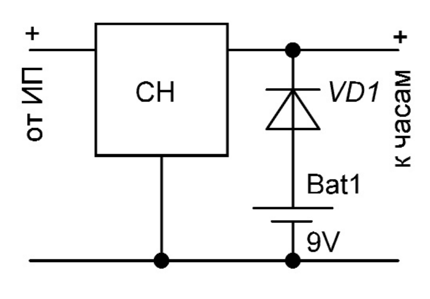


Рис.1

Питание часов, обычно выполненное по схеме показанной на **рис.1**, необходимо изменить согласно **рис.2.**

На **рис.1** и **рис.2** обозначены:

ИП — основной источник питания;

СН — стабилизатор напряжения;

R1 — балластный резистор параметрического стабилизатора R1, DA1, DA2.

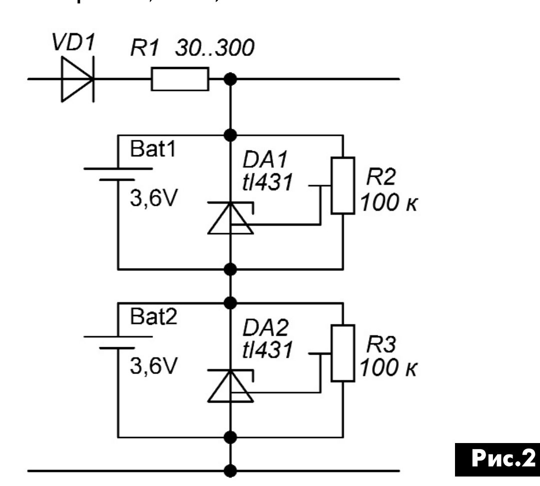


Рис.2

Сопротивления многооборотных резисторов R2, R3 типа СП3-5 могут находиться в пределах 10...500 кОм. Настройка производится до подключения аккумуляторов и состоит в установке напряжения по 4..4,1 В на управляемых стабилитронах DA1, DA2 путём подстройки резисторов R2, R3 предварительно установленных в среднее положение. Перед подключением каждый аккумулятор желательно разрядить. В процессе испытаний проверяется рост и ограничение напряжения на каждом аккумуляторе.

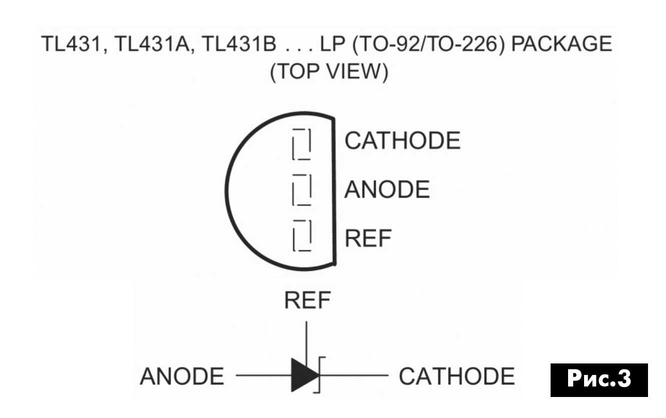


Рис.3

Цоколевка и обозначение выводов ИМС TL431 показана на **рис.3**.

С использованием предложенного выше способа были доработаны два устройства, установленные дома и на работе у автора статьи. Устройства выдерживают отсутствие основного питания более месяца. Недостаток предлагаемой доработки — увеличение габаритов устройства.





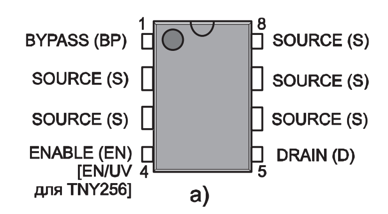
Импульсные блоки питания на микросхемах TinySwitch

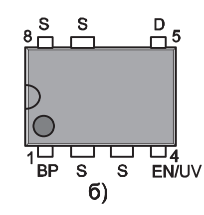
Игорь Безверхний, г. Киев

Многие радиолюбители используют в своих конструкциях импульсные обратноходовые блоки питания, и встречаются с ними при ремонте различной радиоаппаратуры. В этой статье автор рассказывает о ИБП, которые собираются на широко распространенных микросхемах нескольких серий TinySwitch.

Американская компания Power Integrations разработала и много лет выпускает несколько семейств интегральных микросхем (ИМС) для маломощных и малогабаритных сетевых импульсных обратноходовых источников питания с гальванической развязкой выходных напряжений от сети объединенных общим названием TinySwitch. Это такие семейства как:
- TinySwitch;
- TinySwitch Plus;
- TinySwitch-II;
- TinySwitch-III;
- TinySwitch-4.

Слово «Tiny» (крошечный) в названии этих семейств говорит об одной из главных особенностях ИМС этих серий – малых размерах.





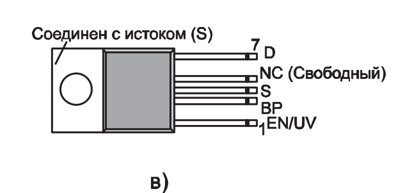


Рис.1

Таблица 1

Семейство микросхем	Тип микросхем	Корпус		Номинальная выходная, Вт, мощность при напряжении сети	
		тип	Располож. выводов	230 В или 115 В (с выпрямителем удвоения)	85...265 В
TinySwitch®	TNY253P	DIP-8	Рис.1а	0...4	0...2
	TNY253G	SMD-8	Рис.1б		
	TNY254P	DIP-8	Рис.1а	2...5	1...4
	TNY254G	SMD-8	Рис.1б		
	TNY255P	DIP-8	Рис.1а	4...10	3,5...6,5
	TNY255G	SMD-8	Рис.1б		
TinySwitch® Plus	TNY256P	DIP-8	Рис.1а	8...15	5...10
	TNY256G	SMD-8	Рис.1б		
	TNY256Y	TO-220-7B	Рис.1в	8...19	5...11
TinySwitch®-II	TNY263P	DIP-8B	Рис.1а	5/7,5*	3,7/4,7*
	TNY263G	SMD-8B	Рис.1б		
	TNY264P	DIP-8B	Рис.1а	5,5/9*	4/6*
	TNY264G	SMD-8B	Рис.1б		
	TNY265P	DIP-8B	Рис.1а	8,5/11*	5,5/7,5*
	TNY265G	SMD-8B	Рис.1б		
	TNY266P	DIP-8B	Рис.1а	10/15*	6/9,5*
	TNY266G	SMD-8B	Рис.1б		
	TNY267P	DIP-8B	Рис.1а	13/19*	8/12*
	TNY267G	SMD-8B	Рис.1б		
	TNY268P	DIP-8B	Рис.1а	16/23*	10/15*
	TNY268G	SMD-8B	Рис.1б		

** В числителе указана номинальная мощность преобразователя БП в закрытом корпусе без вентиляции, а в знаменателе – максимальная мощность преобразователя БП в бескорпусном варианте при температуре окружающей среды 50 °С.*

Все микросхемы входящие в эти семейства имеют минимум внешних элементов и содержат встроенный выходной ключ на высоковольтном МДП-транзисторе. Рабочее напряжение сток-исток 700 В (для TinySwitch-4 – 725 В). ИМС семейства TinySwitch и всех более совершенных семейств используются в зарядных устройствах для сотовых телефонов, импульсных блоках питания (ИБП) радиотелефонных удлинителей (бесшнуровых радиотелефонов) и антенных усилителей, блоках питания дежурного режима телевизоров, персональных компьютеров и т.п.

В этой статье ограничимся рассмотрением более ранних из этих семейств: TinySwitch, TinySwitch Plus и TinySwitch-II.

Особенности микросхем всех этих семейств сведены в **табл.1**, а внешний вид ИМС и расположение выводов показано на **рис.1**.

TinySwitch – это семейство экономичных микросхем для маломощных ИБП состоит из трех микросхем TNY253, TNY254 и TNY255, каждая из которых может быть выполнена в одном из двух корпусов DIP-8 (в конце названия микросхемы стоит буква P) или SMD-8 (в конце названия микросхемы стоит буква G). Так, как частота преобразования для микросхем TNY253 и TNY254 составляет 44 кГц, а для TNY255 – 130 кГц, то импульсный трансформатор для ИБП на микросхеме TNY255 имеет меньшие размеры, чем аналогичный для ИБП на микросхеме TNY253 или TNY254. По этой же причине ИБП на TNY255 создает несколько больший уровень помех.

Мощность потребления на холостом ходу (мВт)	Частота преобразования (кГц)
60	44
60	130
50	132

ИМС семейства TinySwitch не рекомендуют использовать в производстве современной аппаратуры, но этих микросхем предостаточно в уже произведенной аппаратуре, которая попадает радиолюбителям на ремонт или разборку.

Семейство микросхем **TinySwitch Plus,** состоящее из одной микросхемы TNY256, является модернизацией TinySwitch. Эта микросхема изготавливается в одном из трех корпусов DIP-8 (TNY256P), SMD-8 (TNY256G) или TO220-7B (TNY256Y). ИМС TinySwitch Plus мощнее, чем микросхемы TinySwitch (см. **табл.1**), но это не единственное их различие. Микросхемы TinySwitch Plus имеют защиту по превышению напряжения и прерывистый режим работы (auto-restart) при перегрузке, всего этого не было у микросхем TinySwitch.

Семейство микросхем **TinySwitch-II** – это продукт дальнейшей модернизации микросхем TinySwitch и TinySwitch Plus с улучшенными характеристиками и защитой. Это обеспечивает сохранность элементов обвязки микросхемы и устройств, которые питаются от ИБП на TinySwitch-II, при коротких замыканиях, дребезге контактов сетевого соединителя, скачках напряжения сети и т.п. Они имеют частоту преобразования 132 кГц. Семейство TinySwitch-II состоит из шести микросхем TNY263, ..., TNY268, каждая из которых изготавливается в одном из двух корпусов DIP-8B (TNY263P, ..., TNY268P) или SMD-8B (TNY264G, ..., TNY268G).

Все микросхемы рассматриваемых семейств содержат:

- выходной ключ на МДП-транзисторе;
- генератор, вырабатывающий тактовые и управляющие импульсы на частотах 44 кГц (TNY253 и TNY254), 130 кГц (TNY255 и TinySwitch Plus) или 132 кГц (TinySwitch-II);
- внутренний источник питания 5,8 В;
- схемы внутренней логики;
- термозащиту;
- схему ограничения тока;
- схемы защиты при увеличении напряжения и при уменьшении напряжения (только TinySwitch Plus и TinySwitch-II).

Корпуса DIP-8 (DIP-8B) и SMD-8(B) имеют 8(7) выводов. Исток МДП-транзистора (S) ИМС в этих корпусах выведен на 5 или 4 вывода микросхемы. Если все выводы истока подпаяны к плате, то это обеспечивает повышенный теплообмен и, в итоге, оптимальное охлаждение микросхемы. Для улучшения теплообмена TNY256Y (в корпусе TO220-7B) можно крепить за фланец на радиаторе.



Назначение выводов микросхем TinySwitch следующее:

- D (DRAIN) – сток МДП-транзистора выходного ключа, через этот вывод осуществляется также запуск микросхемы при включении и питание ее в установившемся режиме;
- S (SOURCE) - исток МДП-транзистора выходного ключа;
- BP (BYPASS) - вывод подключения внешнего развязывающего конденсатора для внутреннего источника питания 5,8 В микросхемы (вывод не предназначен для подключения внешней нагрузки);
- EN (ENABLE) - вход разрешения, низкий уровень напряжения на котором блокирует работу преобразователя ИБП, за счет чего происходит управление микросхемой.

Рис.2

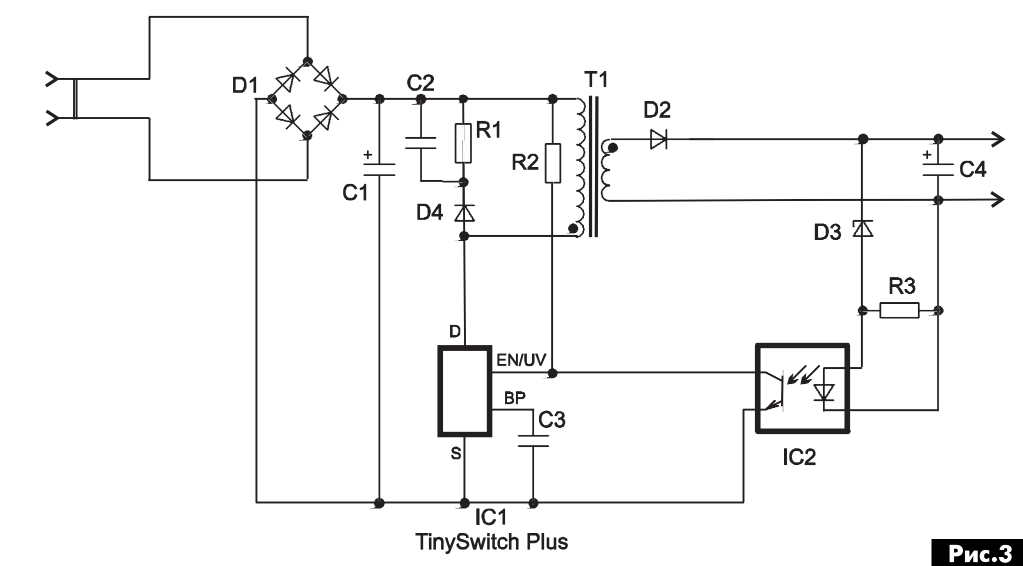
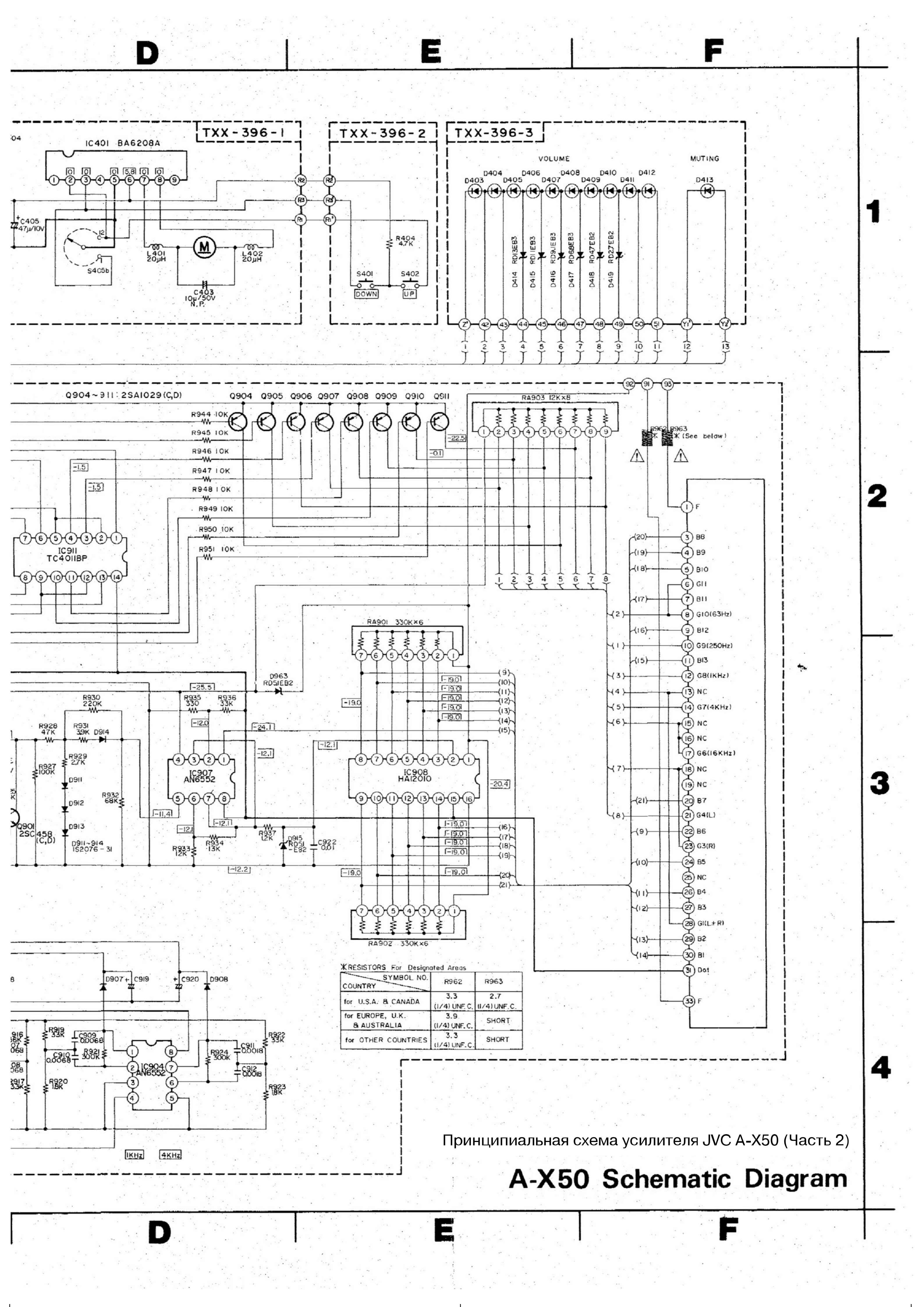


Рис.3

У микросхем семейств TinySwitch Plus и TinySwitch-II последний из этих выводов имеет двойное назначение и обозначается как EN/UV. Кроме входа разрешения, этот вывод используется как вход UV (under-voltage), что обеспечивает защиту микросхемы при уменьшении напряжения сети. Для обеспечения этой функции на вывод UV необходимо подать через резистор сопротивлением 2 МОм часть напряжения сетевого выпрямителя. Если этот резистор не устанавливать, то схе-

Таблица 2

№ детали	Назначение
IC1	микросхема семейства TinySwitch
IC2	оптопара, обеспечивающая гальваническую развязку в цепи, управляющей обратной связи
D1	сетевой выпрямительный мост
D2	диод вторичного импульсного выпрямителя
D3, R3	пороговое устройство
C1	конденсатор сглаживающего фильтра сетевого выпрямителя
C3	развязывающий конденсатор внутреннего источника питания 5,8 В микросхемы
C4	конденсатор сглаживающего фильтра вторичного импульсного выпрямителя
R1, C2	цепь защиты МДП-транзистора от выбросов ЭДС в первичной обмотке T1 при запирании этого транзистора
T1	импульсный трансформатор

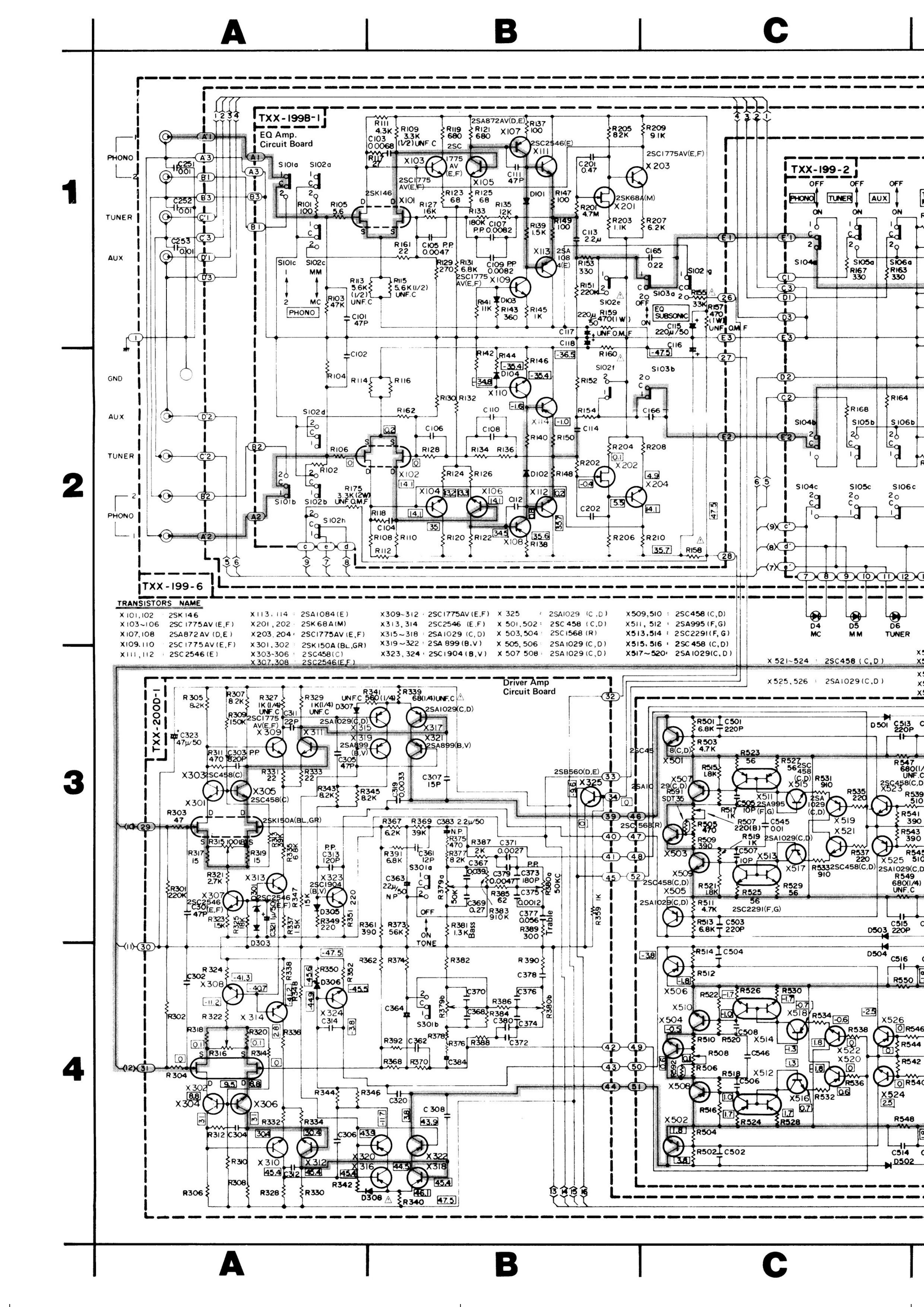


✱RESISTORS For Designated Areas

SYMBOL NO. / COUNTRY	R962	R963
for U.S.A. & CANADA	3.3 (1/4) UNF.C.	2.7 (1/4) UNF.C.
for EUROPE, U.K. & AUSTRALIA	3.9 (1/4) UNF.C.	SHORT
for OTHER COUNTRIES	3.3 (1/4) UNF.C.	SHORT

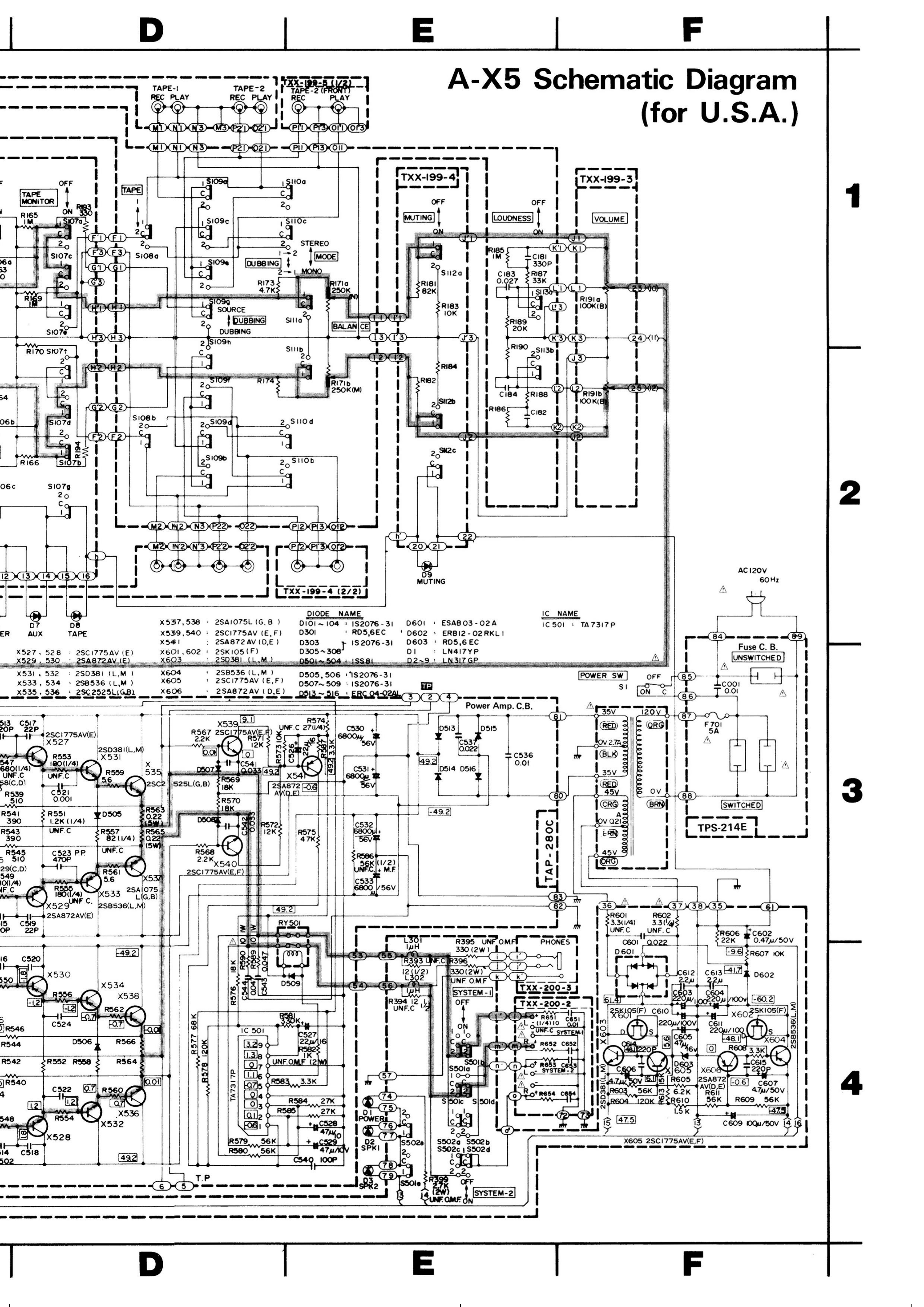
Принципиальная схема усилителя JVC A-X50 (Часть 2)

A-X50 Schematic Diagram



A
B
C
1
2
3
4
TXX-1998-1
EQ Amp.
Circuit Board
TXX-199-2
TXX-199-6
TXX-200D-1
Driver Amp
Circuit Board
PHONO
TUNER
AUX
GND
EQ
SUBSONIC
OFF
ON
MM
MC
TONE
Bass
Treble
D4
MC
D5
MM
D6
TUNER
TRANSISTORS NAME
X101,102 : 2SK146
X103~106 : 2SC1775AV(E,F)
X107,108 : 2SA872AV(D,E)
X109,110 : 2SC1775AV(E,F)
X111,112 : 2SC2546(E)
X113,114 : 2SA1084(E)
X201,202 : 2SK68A(M)
X203,204 : 2SC1775AV(E,F)
X301,302 : 2SK150A(BL,GR)
X303~306 : 2SC458(C)
X307,308 : 2SC2546(E,F)
X309~312 : 2SC1775AV(E,F)
X313,314 : 2SC2546 (E,F)
X315~318 : 2SA1029 (C,D)
X319~322 : 2SA899(B,V)
X323,324 : 2SC1904(B,V)
X325 : 2SA1029 (C,D)
X501,502 : 2SC458 (C,D)
X503,504 : 2SC1568 (R)
X505,506 : 2SA1029(C,D)
X507,508 : 2SA1029(C,D)
X509,510 : 2SC458(C,D)
X511,512 : 2SA995(F,G)
X513,514 : 2SC2291(F,G)
X515,516 : 2SC458(C,D)
X517~520 : 2SA1029(C,D)
X521~524 : 2SC458 (C,D)
X525,526 : 2SA1029(C,D)

A-X5 Schematic Diagram (for U.S.A.)



X527, 528	:	2SC1775AV (E)
X529, 530	:	2SA872AV (E)
X531, 532	:	2SD381 (L,M)
X533, 534	:	2SB536 (L,M)
X535, 536	:	2SC2525L(G,B)
X537, 538	:	2SA1075L (G,B)
X539, 540	:	2SC1775AV (E,F)
X541	:	2SA872AV (D,E)
X601, 602	:	2SK105 (F)
X603	:	2SD381 (L,M)
X604	:	2SB536 (L,M)
X605	:	2SC1775AV (E,F)
X606	:	2SA872AV (D,E)

DIODE NAME

D101 ~ 104	:	1S2076-31
D301	:	RD5,6EC
D303	:	1S2076-31
D305 ~ 308		
D501 ~ 504	:	1SS81
D505, 506	:	1S2076-31
D507 ~ 509	:	1S2076-31
D513 ~ 516	:	ERC 04-02AL
D601	:	ESAB03-02A
D602	:	ERB12-02RKL1
D603	:	RD5,6EC
D1	:	LN417YP
D2~9	:	LN317GP

IC NAME

IC501	:	TA7317P

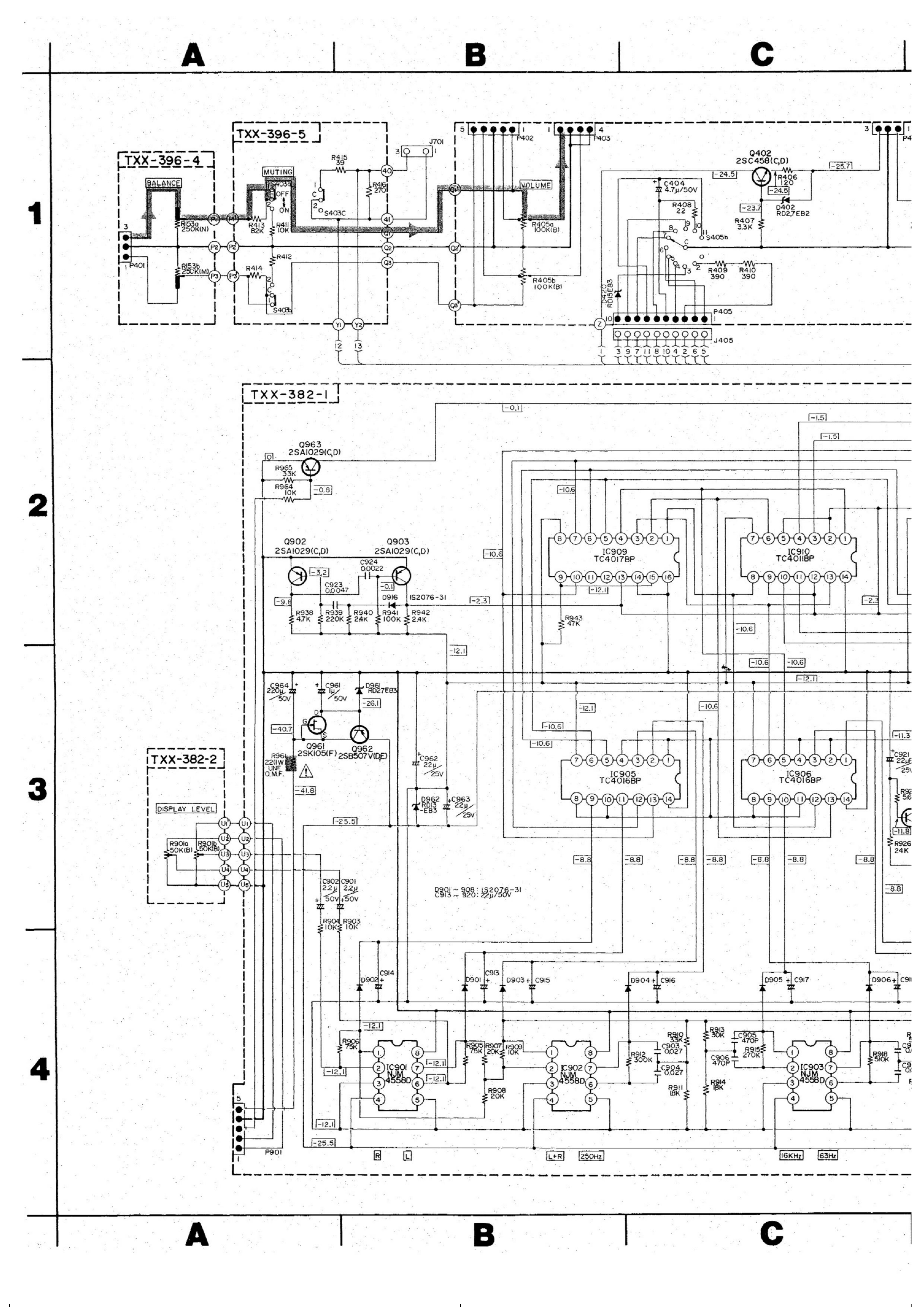

A
B
C
1
2
3
4
TXX-396-4
TXX-396-5
BALANCE
MUTING
VOLUME
R153a 250K(N)
R153b 250K(M)
P401
R415 39
R416 270
J701
S403C
R413 82K
R411 10K
R412
R414
P402
P403
R405a 100K(B)
R405b 100K(B)
Q402 2SC458(C,D)
R406 120
D402 RD27EB2
C404 4.7μ/50V
R408 22
R407 3.3K
S405b
R409 390
R410 390
D420 RD15EB3
P405
J405
TXX-382-1
Q963 2SA1029(C,D)
R965 33K
R964 10K
Q902 2SA1029(C,D)
Q903 2SA1029(C,D)
C924 0.0022
C923 0.0047
D916
1S2076-31
R938 47K
R939 220K
R940 24K
R941 100K
R942 2.4K
IC909 TC4017BP
IC910 TC4011BP
R943 47K
C964 220μ 50V
C961 1μ 50V
D961 RD27EB3
Q961 2SK105(F)
Q962 2SB507V(D,E)
R961 22(1W) UNF. O.M.F.
C962 22μ 25V
D962 RD13 EB3
C963 22μ 25V
IC905 TC4016BP
IC906 TC4016BP
TXX-382-2
DISPLAY LEVEL
R901a 50K(B)
R901b 50K(B)
C902 2.2μ 50V
C901 2.2μ 50V
R904 10K
R903 10K
D901 ~ 908 : 1S2076-31
C913 ~ 920 : 22μ/50V
IC901 NJM 4558D
IC902 NJM 4558D
IC903 NJM 4558D
R906 75K
R905 75K
R907 20K
R909 10K
R908 20K
R912 300K
R910 33K
C903 0.027
C904 0.027
R911 18K
R913 30K
R914 18K
C905 470P
C906 470P
R915 270K
R918 510K
C921 22μ 25V
R926 24K
P901
R
L
L+R
250Hz
16KHz
63Hz

Таблица 3

№ детали	Назначение
R1	ограничивающий резистор (разрывный)
D1, ..., D4	диоды сетевого выпрямительного моста
L1, C1, C2	сглаживающий фильтр сетевого выпрямителя
U1	микросхема TNY266P
T1	импульсный трансформатор
U2	Оптопара PC817A, обеспечивающая гальваническую развязку в цепи управляющей обратной связи
R3	ограничивающий резистор
VR1, D5	цепь защиты МДП-транзистора ИМС U1 от выбросов ЭДС в первичной обмотке T1 при запирании этого транзистора (снаббер)
C3	развязывающий конденсатор внутреннего источника питания 5,8 В микросхемы
D6, D7	диоды вторичного импульсного выпрямителя
C6	конденсатор сглаживающего фильтра вторичного импульсного выпрямителя
C5, L2, C7	сглаживающий фильтр вторичного импульсного выпрямителя
VR2 , R4	пороговое устройство
LED1, R5	индикатор выходного напряжения 12 В
LED2, R6	индикатор выходного напряжения 5 В

ма защиты при уменьшении напряжения сети работать не будет, но все остальные рабочие функции ИМС сохраняются.

Принципиальная схема типового ИБП на микросхемах семейства TinySwitch показана на **рис.2**, а назначение деталей этой схемы сведено в **табл.2**.

Типового принципиальная схема ИБП на ИМС семейства TinySwitch Plus изображена на **рис.3**. Есть два небольших отличия этой схемы от схемы **рис.2**.

Первое – это наличие цепи защиты МДП-транзистора от выбросов ЭДС в первичной обмотке T1 при его запирании, которая состоит из R1, C2 и диода D4. Эту цепь в иностранной технической литературе имеет назвние – снаббер.

Второе – это наличие подтягивающего резистора R2 между плюсом сетевого выпрямителя и входом EN/UV микросхемы. Схема включения микросхем TinySwitch-II и назначение остальных деталей обвязки аналогично TinySwitch Plus (сравните **рис.2** и **рис.3**).

Импульсный блок питания мощностью 5 Вт на микросхеме TNY266P

Этот блок питания разработан изготовителем микросхем TinySwitch фирмой Power Integrations и рассчитан на работу от сети переменного тока 85…265 В. Выходные напряжения 5 В (4,75 … 5,25 В) и 12 В (10 … 13,8 В). Его схема изображена на **рис.4**.

Подробную информацию о нем можно найти в [1]. Эта схема имеет ряд особенностей. Во-первых, не задействована защита от перегрузки по уменьшению напряжения (см. выше). Во-вторых, в цепь защиты МДП-транзистора микросхемы U1 от выбросов ЭДС в первичной обмотке импульсного трансформатора T1 введен супрессор VR1. В-третьих, в одном из вторичных выпрямителей используется диод Шоттки (D6), а для сглаживания пульсаций в этом выпрямителе и выпрямителе напряжения сети используются П-образные LC-фильтры. Назначение деталей этого блока сведено в **табл.3**.

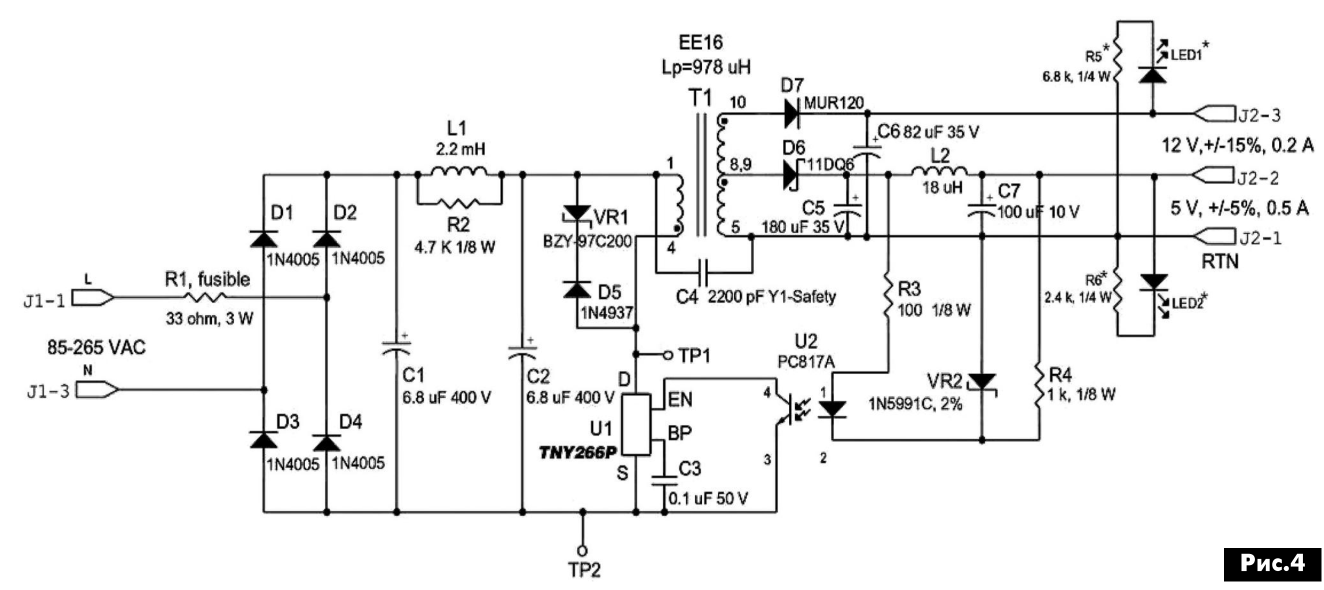


Рис.4



Таблица 4

Трансформатор (Part Number)	Коэффициент трансформации	Максимальная индуктивность рассеяния (мкГн)	Микросхема	Мощность	для двух выпрямителей / для одного выпрямителя
P5000	1:0,007:0,007	180	TNY253	до 2 Вт	3,3 В ... 6 В / 6 В ... 12 В
P5001	1:0,01:0,01				6 В ... 12 В / 12 В ... 24 В
P5004	1:0,007:0,007	200	TNY254	до 4 Вт	3,3 В ... 5,5 В / 6 В ... 12 В
P5005	1:0,01:0,01				6 В ... 10 В / 12 В ... 24 В
P5008	1:0,007:0,007	100	TNY255	до 5,5 Вт	3,3 В ... 6 В / 6 В ... 12 В
P5009	1:0,01:0,01				6 В ... 12 В / 12 В ... 24 В

У радиолюбителей большие трудности вызывает подбор фирменного или изготовление импульсного трансформатора. Замечу, что в [1] приведен расчет и конструкция такого трансформатора для рассмотренного ИБП. Все же, при желании, в этом ИБП можно использовать трансформатор P5008 фирмы Pulse, не смотря на то, что он рассчитан под микросхему TNY255. Схема этого трансформатора с номерами выводов показана на **рис.5**, а внешний вид и габариты на **рис.6**.

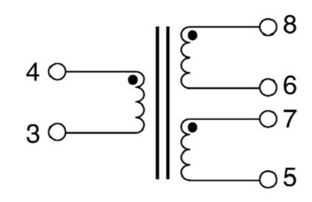


Рис.5

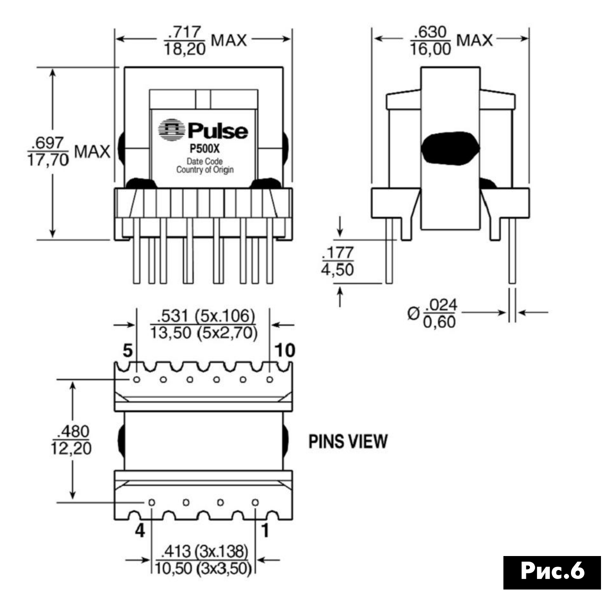




Рис.6

Специально для ИБП на микросхемах семейств TinySwitch фирма Pulse выпускает ряд трансформаторов, параметры которых сведены в **табл.4**.

На схеме ИБП (**рис.4**) в позиции L2 стоит дроссель индуктивностью 18 мкГн, расчитаный на ток 2,2 А. В качестве этого дросселя можно использовать один из дросселей производства фирмы Pulse: P0751.223 (22 мкГн, 2,6 А), P1168.273 (20,3 мкГн, 2,4 А), P1169.273 (20,3 мкГн, 2,4 А) или P0146 (23 мкГн, 2,43 А). Все перечисленные дроссели имеют малые размеры.

В позицию L1 (**рис.4**) разработчик рекомендует устанавливать низкочастотный дроссель индуктивностью 2,2 мГн, рассчитанный на ток 128 мА (например, фирмы Bosung).

Ссылки

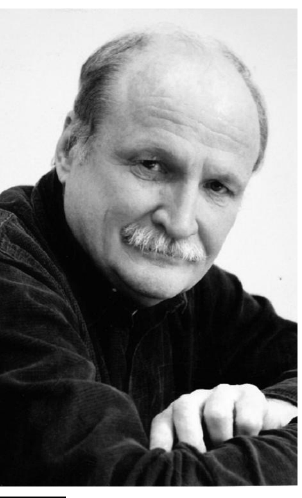
1. Engineering Prototype Report (EPR-9) 5 W, Universal Input, Dual Output, Isolated, TNY266 (EP9) на сайте www.powerint.com.

2. www.powerint.com – сайт фирмы Power Integrations сайт.

3. www.pulseeng.com – сайт фирмы Pulse.

Памяти товарища!

13 ноября 2015 года на 67-м году жизни скоропостижно скончался наш постоянный автор и бывший сотрудник издательства «Радиоаматор» **Михеев Николай Васильевич**.



Николай Васильевич родился в д. Антоново Марийской АССР. Школу окончил с серебряной медалью в 1966 г. в г. Альметьевске Татарской АССР. Высшее образование получил в Новосибирском Электротехническом институте (НЭТИ), который успешно окончил в 1972 году. Многие годы работал на предприятиях оборонного комплекса в Новосибирске, Одессе и Киеве.

Многократно поощрялся за успешную работу. Имеет множество грамот. Награжден медалью «За доблестный труд».

В издательстве «Радиоаматор» работал с 1998 по 2003 год в качестве редактора ведущего рубрику «Аудио-видео» в журнале «Радиоаматор» и редактора ж-ла «Конструктор».

Регулярно писал статьи в журналы нашего издательства под своим именем и под псевдонимами. Затем работал в ряде коммерческих изданий. Был редактором и заместителем главного редактора журнала «Формула звука» и научным редактором ж-ла «Сети и бизнес», но при этом регулярно публиковал свои статьи в журналах «Радиоаматор» и «Электрик».

Светлая память о Николае Васильевиче Михееве навсегда сохранится в наших сердцах.

Скорбим в связи с кончиной Михеева Н. В., и выражаем искреннее соболезнование родным и близким.

Коллектив издательства «Радиоаматор»



Измерение индуктивности и емкости с помощью мультиметра и компьютера

Александр Петров, г. Могилев

Сегодня на рынке много сравнительно дешевых цифровых мультиметров измеряющих сопротивления в широких пределах и емкости конденсаторов до 20 мкФ и более. Однако приборы, измеряющие индуктивности сравнительно дороги, да и нужны они не каждый день.



Электрику-ремонтнику довольно частот приходится измерять индуктивность катушек реле, обмоток трансформаторов и т. п. для определения их исправности. При этом самостоятельное изготовление прибора или приставки для измерения индуктивности затрудняется том, что для него требуется источника питания и частотомер для настройки генератора. Надо отметить, что в таких приборах (приставках) предлагаемых в различных источниках стабильность частоты и амплитуды генератора не высока. Отсюда и точность измерений также не высока.

Предлагается предельно простой прибор на базе компьютера и цифрового вольтметра позволяющий измерять индуктивности от 10 мкГн до 1 Гн и емкости от 10 пФ до 1 мкФ с достаточно высокой точностью, которая определяется точностью вольтметра.

Как известно, импеданс индуктивности описывается формулой:

$Z_L = 2\pi fL$

Перепишем формулу следующим образом:

$Z_L = kL$ где $k = 2\pi f$ - коэффициент пропорциональности

Для упрощения процесса измерения, рассчитаем f таким образом чтобы k равнялся ровно *100000*:

$f = k / 2\pi = 100000 / 6{,}2831853 = 15915{,}4943$ *Гц.*

Как видим, для получения $к = 10000$ необходима частота *1591,5 Гц,* а для $к = 1000$ — *159,15 Гц.*

Принцип работы измерителя индуктивностей показан на **рис.1**, а на **рис.2** — измерителя емкости. В обоих случаях компьютер (точнее его звуковая карта) выступает в качестве генератора высокостабильного по частоте и напряжению тестового сигнала, а мультиметр — в качестве вольтметра переменного тока.

Если сопротивление источника сигнала превышает сопротивление нагрузки в 10 раз и более, можно считать что данный источник сигнала является источником тока. Для выполнения этого условия, комплексное сопротивление измеряемой индуктивности не должно превышать 1/10 резистора R1.

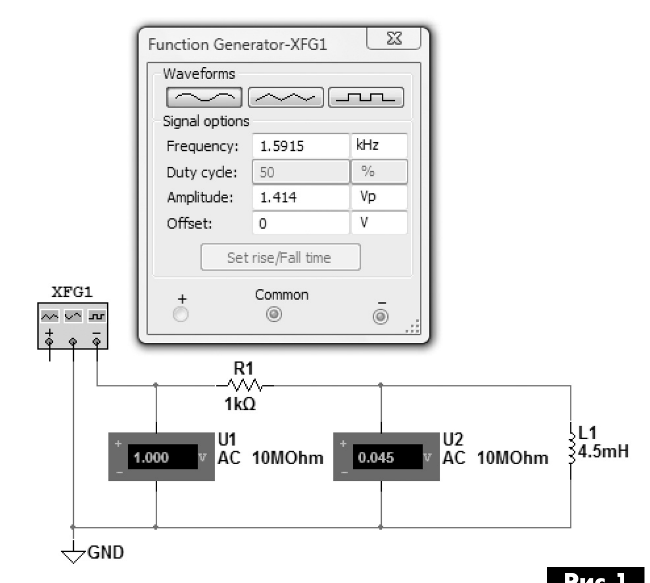


Рис.1

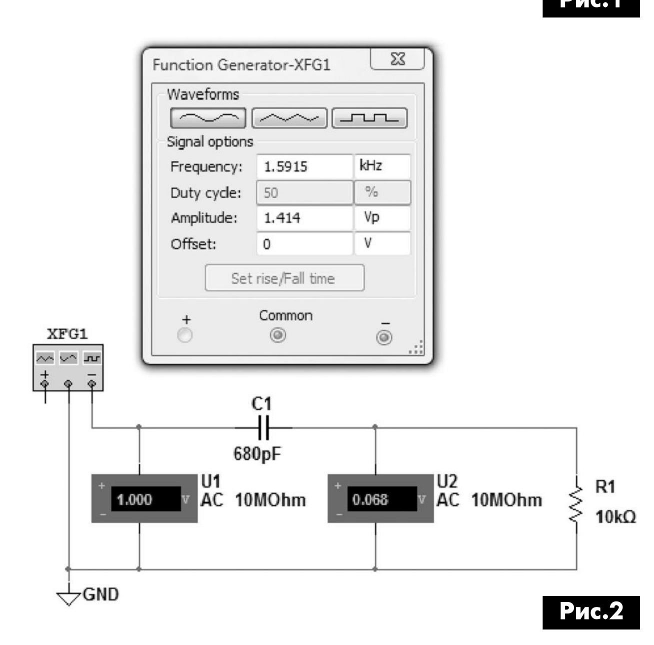


Рис.2

Выходное напряжение генератора должно быть равно 1 В (действующее значение), при этом напряжение на измеряемой индуктивности не должно превышать 100 мВ.

Милливольтметр U2 используется на пределе 100 мВ. В качестве источника сигнала используется звуковая карта компьютера (ноутбука). При этом, в качестве тестовых сигналов используются wav-файлы записанные с помощью аудиоредактора (например, GoldWav) с уровнем 0 дБ. Выходное напряжение звуковой карты как правило несколько больше 1 В. Требуемое напряжение выставляют регулятором громкости. Если оно все же меньше 1 В (что может быть в некоторых ноутбуках), то придется использовать поправочный коэффициент, что вносит некоторые неудобства при измерениях. Предположим выходное напряжение звуковой карты равно 0,91 В. В этом случае поправочный коэффициент равен K = 1/0,91 = 1,1.

Упрощенный вариант прибора показан на **рис.3**, на котором включенный как вольтметр цифровой мультиметр с автоматическим переключением диапазонов показан как стрелочный прибор.

Пределы измерения с помощью этого прибора сведены в **таблицу**.

Для оперативного переключения резисторов можно использовать переключатель на 3 положения. Пределы измерения можно расширить если дополнительно использовать резисторы 100 кОм и 1 МОм.

При показаниях вольтметра меньше 10 мВ и больше 100 мВ для повышения точности измерений следует перейти на другой диапазон. Это может быть сделано двумя способами: изменением частоты и переключением номинала резистора.

Частота тест сигнала, Гц	Диапазон измерения индуктивностей и емкостей при сопротивлении резистора R1		
	100	1k	10k
15915	10...100 мкГн	0,1...1 мГн	1...10 мГн
	1...10 нФ	100...1000 пФ	10...100 пФ
1591,5	0,1...1 мГн	1...10 мГн	10...100 мГн
	10...100 нФ	1...10 нФ	100...1000пФ
159,15	1...10 мГн	10...100 мГн	0,1...1 Гн
	0,1...1 мкФ	10...100 нФ	1...10 нФ

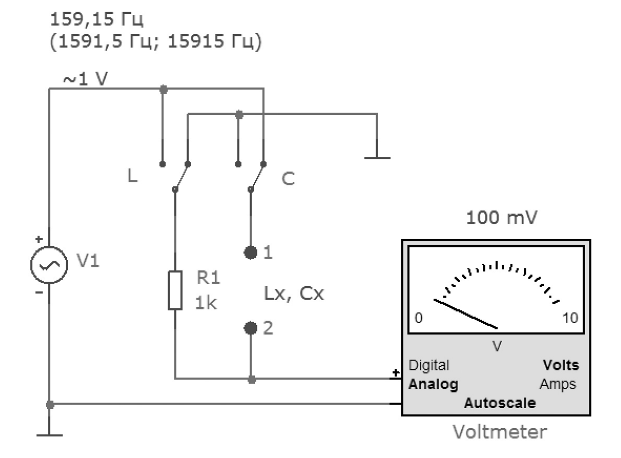


Рис.3

Если при измерении индуктивности напряжение на проверяемой индуктивности больше 100 мВ, то необходимо увеличить резистор или снизить частоту сигнала и наоборот при напряжении менее 10 мВ.

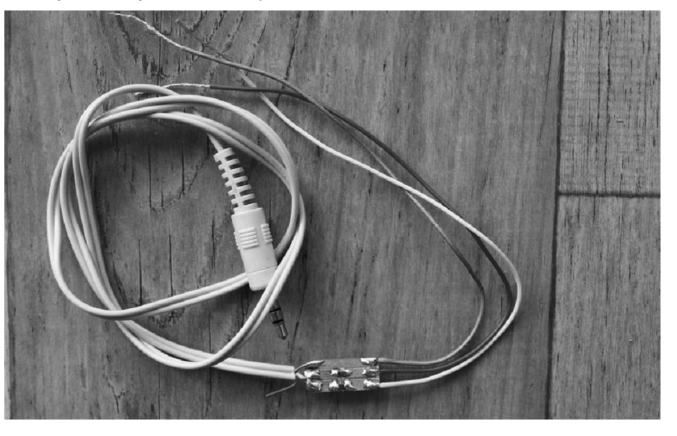
Если при измерении емкости показания прибора больше 100 мВ, то необходимо уменьшить резистор или повысить частоту и наоборот при напряжении менее 10 мВ.

Конструкция упрощенного измерителя

Для его изготовления понадобится кабель с разъемом miniJack, например, от вышедших из



строя телефонов плеера. Если требуется измеритель индуктивности в пределах 0,1...100 мГн то можно обойтись всего одним резистором 1 кОм и тремя файлами указанных выше сигналов.





Использование 3-фазного центробежного насоса

Сергей Ёлкин, г. Житомир

На своём садовом участке для подачи воды из водосборных ёмкостей я уже достаточно давно использую центробежный подающий насос, изначально предназначенный для подачи охлаждающей жидкости в зону резания на металлорежущих станках.

Насос конструктивно предназначен для жёсткой установки на крышке бака, для охлаждающей

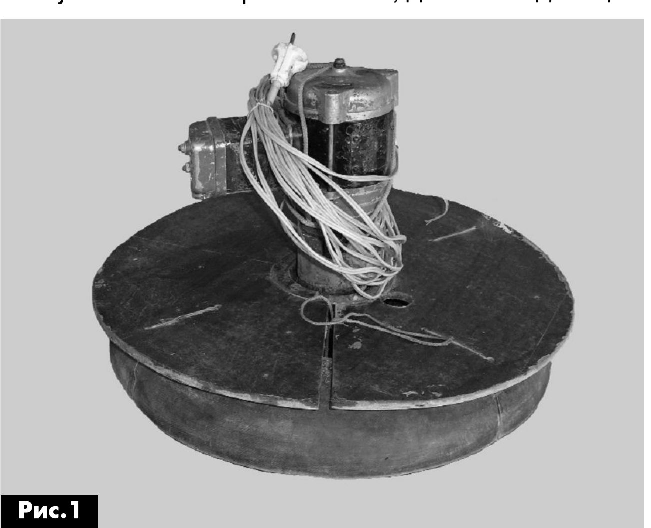


Рис.1

жидкости станка, на некоторой высоте от его дна. Это определяет наличие определённого расстояния между фланцем электродвигателя и крыльчаткой насоса, а именно – удлинённого варианта корпуса по сравнению с конструкциями других жидкостных насосов.

Механическая часть конструкции

В связи с упомянутыми выше требованиями к конструкции электродвигатель насоса имеет удлинённый вал, на конце которого крепится крыльчатка насоса.

Вал проходит внутри универсальной удлиняющей втулки, которая с одной стороны, крепится к фланцу электродвигателя, а с другой – является верхней частью разъёмного корпуса центробежного насоса, здесь же имеется отверстие для присоединения штуцера подающей магистрали. Нижняя крышка насоса присоединяется к верхней части корпуса насоса при помощи резьбовых пар М5. Всасывание происходит через отверстие в нижней крышке корпуса насоса, которое закрыто перфорированной решёткой.

Этот непритязательный как с виду, так и в эксплуатации и ремонте насос, легко обеспечивает (при надобности) непрерывную в течение

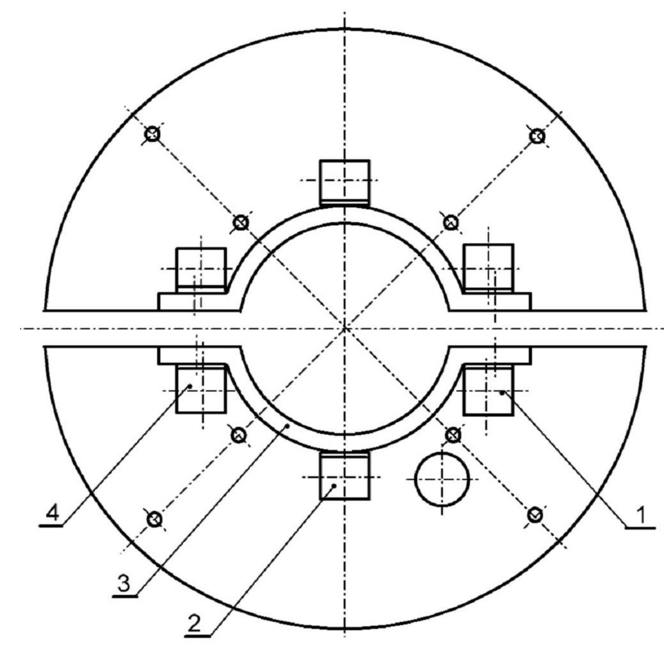


Рис.2

16 часов подачу воды с производительностью около 15 л/мин и высоту подъёма до 2 метров (это в нём заложено конструктивно).

Для использования насоса в универсальном «садовом» варианте удлинённый корпус позволяет без затруднений установить его на самодельный плотик, состоящий из двух разъёмных полукруглых частей из фанеры 6 мм, и поплавка из камеры от легкового автомобиля.

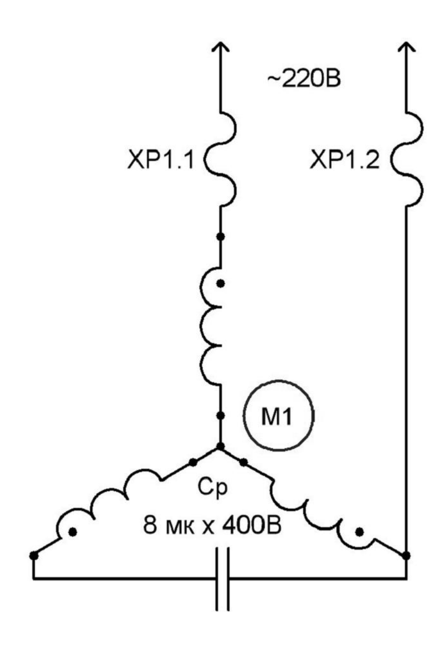


Рис.3

Насос в сборе с плотиком показан на **рис.1**.

Эскиз плотика с расположением элементов крепления показан на **рис.2**. На каждой полуокружности плотика при помощи резьбовых пар М6 установлены по три установочных кронштейна

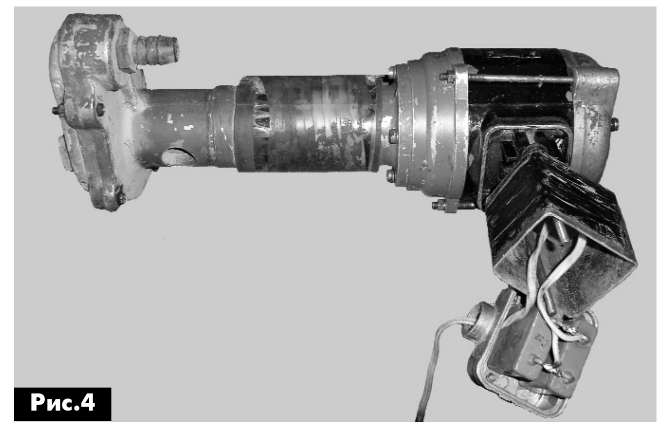


Рис.4

(поз.1, 2, 4). Эти кронштейны присоединены к соответствующим половинам стяжных фланцев (поз.3) при помощи заклёпок.

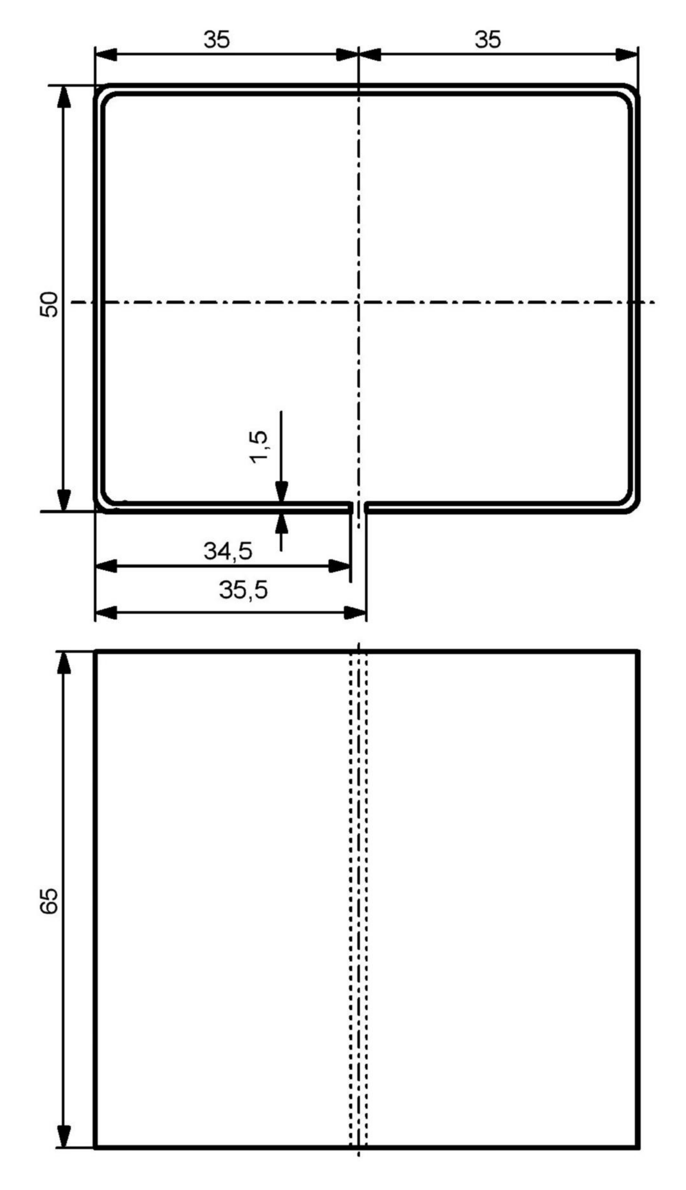


Рис.5

Половинки плотика с установочными кронштейнами и половинами стяжных фланцев в сборе и насос соединяются между собой при помощи 2 резьбовых пар М6. Между стяжными фланцами и корпусом насоса установлена прокладка из резины толщиной 2 мм.

Плотик в сборе с насосом и камера поплавка соединены между собой шнуром из химического волокна, не подверженного гниению через соответствующие 8 отверстий, которые просверлены для этой цели в плотике.

Шланг подающей магистрали присоединяется к насосу через отверстие, в одной из половин плотика к штуцеру, который установлен на верхней половине корпуса центробежного насоса.

Электрическая часть конструкции

Поскольку насос рассчитан на присоединение к 3-фазной питающей сети 380 В, а на садовом участке он будет питаться от однофазной сети с напряжением 220 В, то для его нормальной работы в цепь одной из его фазных обмоток необходимо установить фазосдвигающий конденсатор.

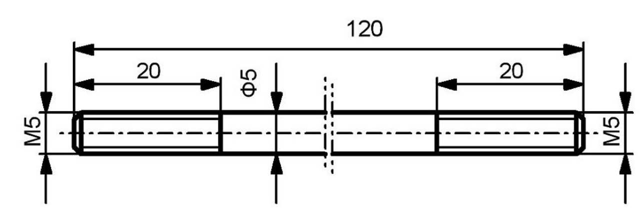


Рис.6

Электрическая схема соединений насоса для такого варианта показана на **рис.3**.

Вариант исполнения данного узла, в котором осуществляются установка и монтаж электрической схемы, показан на **рис.4**.

Как видно из **рис.4**, по соображениям компактного расположения и конструктивного удобства (соединительная линия из 2 проводников) фазосдвигающие конденсаторы установлены на верхней металлической крышке, клеммной коробки.

Увеличение размеров клеммной коробки для «вписывания» в них фазосдвигающих конденсаторов осуществлено при помощи удлинительной коробки, которая изготовлена из листового алюминия в соответствие с **рис.5**.

Для взаимной механической фиксации корпуса насоса, удлинительной коробки, и верхней крышки клеммной коробки с установленными на ней фазосдвигающими конденсаторами, изготовлены новые стяжные шпильки в соответствии с **рис.6**.

Внешний вид насоса в сборе с доработанной клеммной коробкой показан на **рис.7**.

Направление вращения вала насоса (которое зависит от того, к какой обмотке подключен фазос-



двигающий конденсатор), указано при изготовлении на нижней крышке насоса стрелкой.

Детали

Фазосдвигающие конденсаторы могут быть марок КБГ-МН (конденсатор бумажный, герметический в металлическом корпусе), БГТ – (бумажный, герметический термостойкий), МБГЧ – (металлобумажный герметический, частотный) на напряжение 400-630 В. Последний тип конденсаторов наиболее предпочтителен.

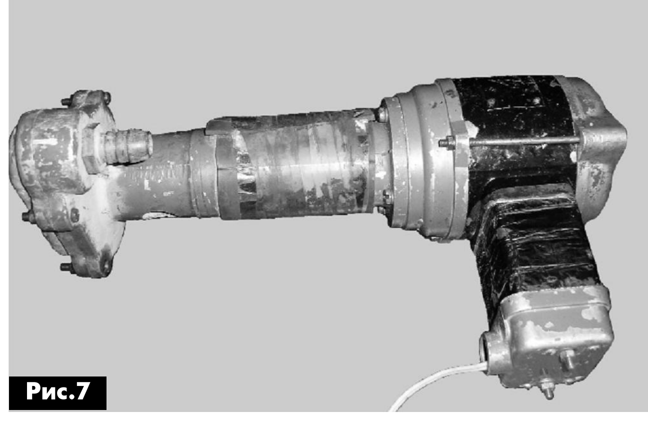


Рис.7

Для работы с насосом можно использовать конденсаторы и других типов с напряжением (для переменного тока) 250 В.

Как правильно выбрать и доработать насос

Приобрести бывший в употреблении центробежный подающий насос, который изначально предназ-

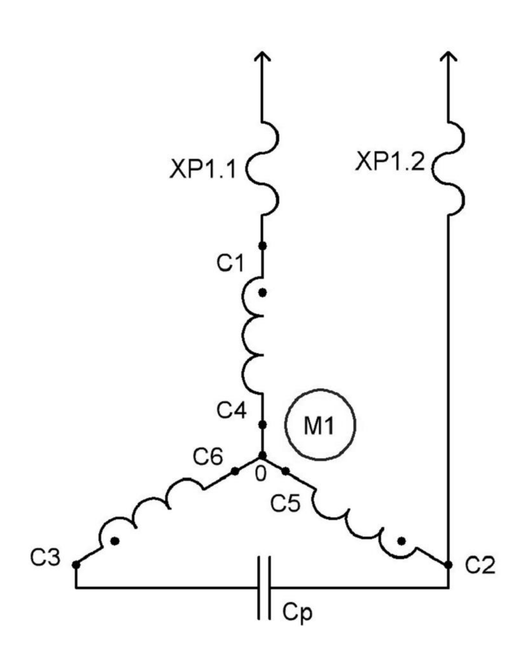


Рис.8

начался для подачи охлаждающей жидкости в зону резания в металлорежущих станках, за вполне разумную (по сравнению с заморскими собратьями) цену можно на развалах «деиндустриализации», которые есть в любом городе, что вполне может устроить садоводов с не очень большими доходами.

Наиболее распространённые насосы такого типа имеют мощность 200 Вт (диаметр корпуса статора электродвигателя около 110 мм), и мощность 400 Вт которые внешне отличаются диаметром корпуса статора электродвигателя и крыльчатки.

При покупке насоса откройте присоединительную коробку и посмотрите, каким образом выведены его обмотки.

Если имеются 6 выводов обмоток статора, а также ленточные перемычки, и клеммник с маркировкой мест присоединения – можно считать, что вам повезло, и насос не перематывался!

При шести выводах обмоток статора трёхфазных машин переменного тока начало обмотки первой фазы обозначается (и маркируется) С1, второй - С2, третьей - С3. Конец первой фазы обозначается С4, второй фазы - С5, третьей фазы - С6.

Если же из статора в присоединительную коробку выведены три провода, то можно предположить, что обмотки статора насос при перемотке были соединены треугольником, а если четыре – то звездой. При использовании электродвигателей, которые конструктивно предназначены для питания от трёхфазной сети, используют два типа фазосдвигающих конденсаторов – пусковой, и рабочий.

Первый из них обеспечивает запуск электродвигателя, когда мощность на валу максимальна,

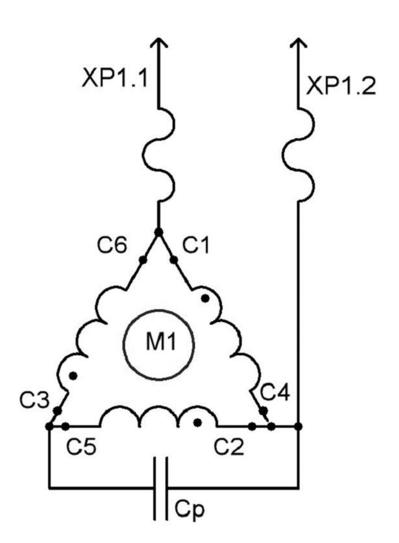


Рис.9

после чего тем или иным способом отключается, а второй – обеспечивает необходимый сдвиг фаз для поддержания требуемой мощности на валу электродвигателя.

Поскольку в нашем случае насос работает с небольшой начальной нагрузкой на валу, то для его надёжного запуска достаточно только одного рабочего конденсатора.

Ёмкость рабочего фазосдвигающего конденсатора пропорциональна мощности электродвигателя (номинальному току) и обратно пропорциональна напряжению его питания.

Варианты электрических схем, взятые из [1], в зависимости от схемы соединения обмоток статора (звезда или треугольник) электродвигателя приведены на **рис.8** и **рис.9**.

Для схемы, изображённой на **рис.8**, ёмкость рабочего конденсатора равна:

$$C_р = 2800 \times I_{ном} / U \text{ [мкФ]}.$$

Для схемы, изображённой на **рис.9**, ёмкость рабочего конденсатора равна:

$$C_р = 4800 \times I_{ном} / U \text{ [мкФ]},$$

где:

- $C_р$ – рабочая ёмкость для номинальной нагрузки, мкФ;
- $I_{ном}$ – номинальный ток, А;
- U – напряжение однофазной сети В.

При необходимости, ёмкость пускового конденсатора можно рассчитать по формуле:

$$C_п = (2,5 – 3)C_р.$$

Из сравнения приведенных формул, очевидно, что с точки зрения уменьшения значения пусковой ёмкости (по экономическим причинам) более выгодна схема, изображенная на **рис.8**.

Поскольку при трёх проводниках, которые выведены в распределительную коробку, сложно определить, какой именно тип соединения был организован внутри статора при перемотке электродвигателя, емкость пускового конденсатора в авторском варианте насоса при работе с номинальным током нагрузки 0,5 А, была выбрана компромиссной, а именно — 8 мкФ.

Сопротивление между всеми выводами обмоток статора в авторском варианте насоса было равно 126 Ом.

При правильном выборе значения фазосдвигающей ёмкости, значение номинальной мощности трёхфазного электродвигателя при питании от однофазной сети может достигать 65-85% от паспортной (она указанна на шильдике, укреплённом на корпусе насоса для трёхфазного включения).

Если такой насос мощностью 200 Вт (у которого вал легко вращается от руки), с фазосдвигающей ёмкостью 8 мкФ запускается нечётко, и потребляет от сети 220 В на «холостом ходу» ток более 0,5 А, то он неисправен. Такой насос приобретать не стоит.

Литература

1. Шипуль Т.П. Спутник электрика. — Минск: Ураджай, - 1978. – С.61.



Новые наборы фирмы «Мастер» для измерения напряжения и тока

Юрий Савицкий, г. Киев

Украинский производитель электронных наборов фирма «МАСТЕР» в этом году существенно расширил линейку своих изделий, которые уверенно завоевывают симпатии как любителей, так и профессионалов. Статья посвящена краткому обзору наборов, предназначенных для измерения постоянных, переменных напряжений и токов. В дальнейшем редакция планирует публиковать подробную информацию о возможностях и особенностях применения этих интересных изделий.

Большинство изделий для измерения и автоматизации внешне очень похожи, так как собраны с использованием семисегментного светодиодного индикатора на 3 или 4 разряда, который установлен на небольшой печатной плате, размеры которой всего на несколько миллиметров превышают размеры самого индикатора. Тем не менее, эти «цифровые малыши» могут выполнять множество разнообразных функций и обладают неплохими метрологическими характеристиками. Этого удалось достичь за счет использования технологии поверхностного монтажа и применения современных миниатюрных микроконтроллеров (Atmel, STM, Microchip), в которые на программный уровень перенесены многие преобразования, выполнявшиеся ранее схемотехнически методами. В результате получились устройства, которые с успехом работают и в автомобиле и в «умном доме» и в серьезных промышленных установках. Рассмотрим некоторые из них.



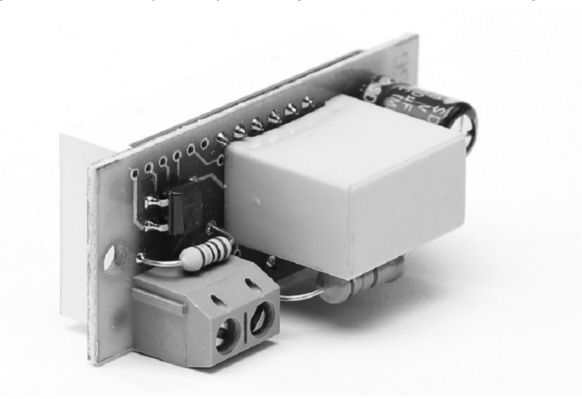


Фото 1

Вольтметры переменного тока

Самой измеряемой величиной в электронике является напряжение. Естественно, что самой многочисленной группой измерительных модулей являются вольтметры, которые, прежде всего, разделяются на две основные группы по роду измеряемого напряжения – переменное или постоянное. В **табл.1** приведены наборы для измерения переменного напряжения сети 50 Гц. Основное достоинство этих вольтметров в том, что они питаются непосредственно от самой измеряемой сети и, соответственно, имеют для подключения только две клеммы.

Как известно, когда говорят об измерении переменного напряжения, то речь идет о действующем или, по-другому, об эффективном (тепловом) значении этого напряжения. Для его измерения в до цифровую эпоху широко использовался, например, калориметрический метод, при котором действительно измеряются выделяемые калории. По нынешним понятиям это очень долго, а самое главное – дорого. Поэтому в современных приборах переменный сигнал разбивается на множество «почти постоянных» коротких участков (выборок), быстрым АЦП измеряется напряжение каждой выборки и затем квадраты полученных величин суммируются. Результат делится на количество выборок, а затем из полученного числа извлекается квадратный корень. В соответствии с проведенными операциями результат называется среднеквадратичным значением (СКЗ). СКЗ — это еще одно название эффективного значения.

Таблица 1

Вольтметры переменного тока 50 Гц				
Модель	Диапазон измерения	Питание	Размер знака	Цвет индикации
VM220AC	30...300 В	от сети	10 мм	красный
VM256AC	30...300 В	от сети	14 мм	зеленый

Однако такие преобразования оказываются «не по зубам» большинству простых измерительных приборов. Поэтому они разными ухищрениями пытаются прикинуть «сколько же здесь может быть?». Заинтересованных читателей отошлем к учебнику электротехники или к википедии, где можно узнать, что такое амплитудное и средне-

арифметическое значение. Результат таких упрощенных измерений может быть весьма близок к истине для идеальной синусоиды. Но для реальной синусоиды «из розетки», вершины которой могут быть срезаны, погрешность таких способов очень сильно зависит от многих внешних факторов. Ситуация еще более ухудшается, если попытаться измерить напряжение после симисторного (фазового) регулятора яркости ламп или оборотов электродвигателя.

Рассуждения о природе тока привели нас к выводу, что правильно измерить напряжение в сети 50 Гц может только прибор, вычисляющий истинное СКЗ. Именно так работают вольтметры VM220AC и VM256AC (**фото 1**). Каждый из них за цикл производит около 10 тысяч измерений мгновенных значений напряжения, затем возводит их в квадрат, суммирует, масштабирует и только после этого показывает нам – пользуйтесь!

Поэтому, если, сравнивая показания этих вольтметров с советскими «стрелочниками» или китайскими цифровиками, вы найдете значительные отклонения, то очень уместен вопрос «А что, собственно, измеряем?».



Вольтметры постоянного тока

Вольтметры постоянного тока разделим на две группы по размеру светодиодных индикаторов. В **табл.2** приведены наборы с размером знака 10 мм, а в **табл.3** – с размером 14 мм.

Классический стрелочный вольтметр является двухполюсником, т.е. подключается к измеряемой цепи двумя проводами. Во всех рассматриваемых вольтметрах используются светодиодные семисегментные индикаторы и популярные микроконтроллеры ATtiny. И то, и другое требует для своей работы внешний источник питания. Поэтому электронные вольтметры требуют, как минимум, три линии для подключения: ОБЩИЙ, ПИТАНИЕ и ИЗМЕРЕНИЕ. Соответственно, необходимо определиться не только с диапазоном измерения, но и с диапазоном питающих напряжений.

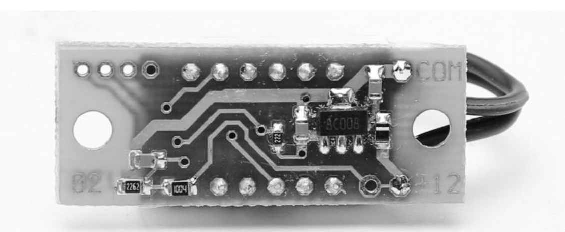


Фото 2

Таблица 2

Вольтметры постоянного тока с высотой знака 10 мм				
Модель	Диапазон измерения	Дискретность	Питание	Особенности
VM36DC	0,1...50,0 В	0,1 В	5...30 В	Выводы в виде проводков для скрутки и пайки
VM36DC-T	0,1...50,0 В	0,1 В	5...30 В	Выводы в виде разъема на 4 контакта
VM15DC	0,01...16,0 В	0,01 В	5...30 В	До 10 В дискретность 0,01 В
VM3v	0,01...12,0 В	0,01 В	2,5...12 В	Питание от 2,5 В, дискретность 0,01 В

Таблица 3

Вольтметры постоянного тока с высотой знака 14 мм				
Модель	Диапазон измерения	Дискретность	Питание	Особенности
VM5-50V	0,1...50,0 В	0,1 В	3,3...5,2 В	Вольтметры VM5-XX имеют выход «Превышение заданного уровня» и возможность электронной калибровки пользователем
VM5-100V	0,1...99,9 В	0,1 В	3,3...5,2 В	
VM5-300V	1...300 В	1 В	3,3...5,2 В	
VM12-50V	0,1...50,0 В	0,1 В	6...27 В	Встроенный стабилизатор питания
VM12-100V	0,1...99,9 В	0,1 В	6...27 В	Встроенный стабилизатор питания
VM12-300V	1...300 В	1 В	6...27 В	Встроенный стабилизатор питания
VM4d56-20	0,01...20,00 В	0,01 В	6...27 В	Дискретность 0,01 В во всем диапазоне
SD356	0...2,8 В	Программируется	3,3...5,2 В	Любая шкала, масштабирование, сдвиг нуля
AM85DC	0...80 мВ	Программируется	4,8...5,2 В	Для шунта, синф. до 65 В, масштабирование

(Продолжение следует)

IMRAD
Электронные компоненты
03113, Украина, г. Киев, ул. Шутова 9а, подъезд 3
Тел. 495-21-10, 495-21-13, 490-21-95
www.imrad.com.ua, kitsupport@ukr.net



Секрет экономии денег с новыми LED-технологиями

Владислав Бущик, г.Киев

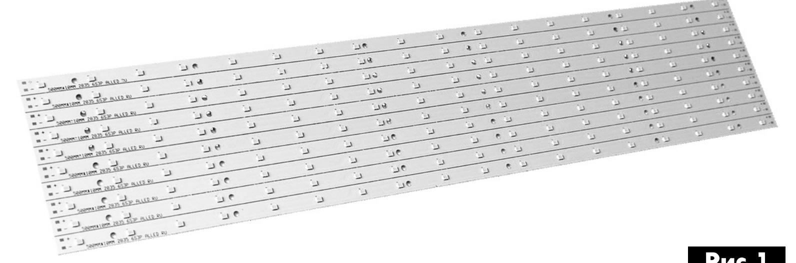


Рис.1

В настоящее время стремительно нарастают объемы замены устаревших источников света (газоразрядных и накаливания) современными светодиодными. Рост тарифов на электроэнергию придал ускорение этим процессам. Заменой устаревших ламп светодиодами в светильниках устаревшей конструкции занимаются как радиолюбители (см. [1]) и небольшие полукустарные фирмочки, так и достаточно крупные компании. Простые технологические разработки по такой модернизации от компании СЭА рассмотрены в этой статье.

Во Львове начал работать первый в Украине завод по переработке ртутных энергосберегающих ламп.Инициаторы проекта привлекли деньги ЕС и переоборудовали под линию для переработки отработанных трубчатых и компактных энергосберегающих ламп одно из помещений городской ТЭЦ.

Сбор ламп у населения будут осуществлять два экоавтобуса, которые будут курсировать по определенным маршрутам и ожидать желающих в выходные дни возле крупных супермаркетов. Мощность завода позволит обеспечить потребности в утилизации отработанных ламп всей Западной Украины.

Над проектом «Создание муниципальной системы обращения с отходами электрического и электронного оборудования во Львове с использованием опыта Люблина» в городском совете работали четыре года. Реализовали его при софинансировании ЕС, причем стоимость проекта составила порядка 1,3 млн. евро. На производстве используется шведское оборудование компании «MRT System International AB», одного из мировых лидеров в области переработки «электронных» отходов.

Линия готова к работе, теперь дочернее предприятие «Боднаровка» ожидает получения лицензии, и как только она будет получена, то материал смогут собирать не только у жителей города, но и у юридических лиц: предприятий и учреждений.

Без работы завод не останется. В настоящее время стремительно нарастают объемы замены устаревших источников света (газоразрядных и накаливания) современными светодиодными. Рост тарифов на электроэнергию придал дополнительный импульс этим процессам.

Компания СЭА также проводит замену люминесцентных ламп T8 (трубок) светодиодными источниками света собственного производства в своих офисных, производственных и складских помещениях. После просчетов сроков окупаемости, экономии на утилизационных затратах и оценки повышения качества освещения, руководство компании распорядилось заменить в существующих потолочных и настенных светильниках люминесцентные лампы T8 и дроссели светодиодными платами SEA RASTR (**рис.1**) и блоками питания для светодиодных светильников производства компании Mean Well.

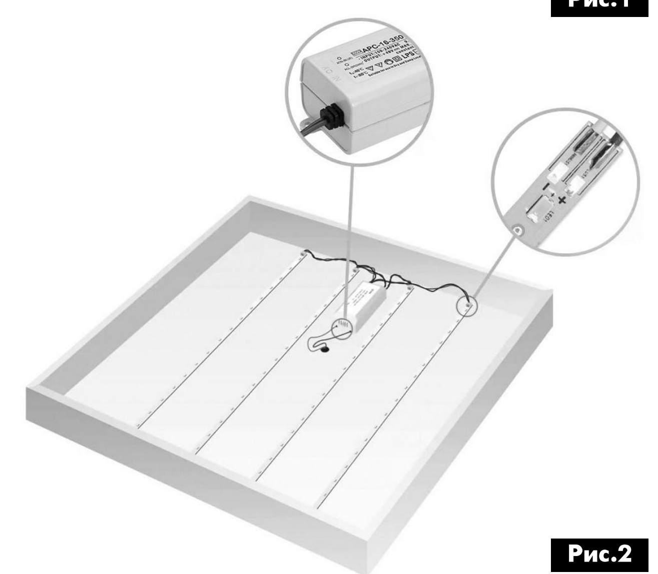


Рис.2



Рис.3

Один из действенных методов быстрого и бюджетного ретрофита (модернизации, обеспечивающей использование новых технологий) светильников – это монтаж светодиодных плат в имеющийся корпус светильника. Этот метод требует меньших капиталовложений, чем замена

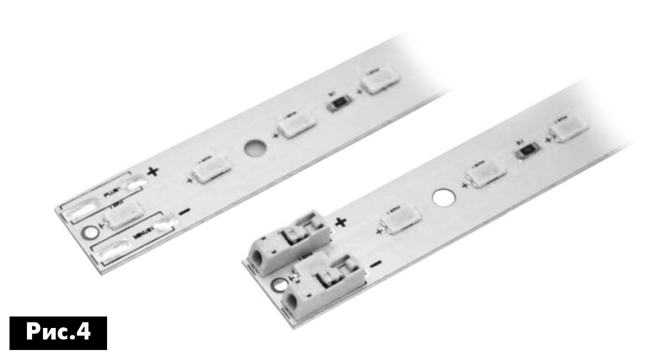


Рис.4

светильников целиком, и относительно прост. Показательным примером может служить ретрофит растровых светильников с применением печатных плат для светодиодных осветительных приборов производства Компании СЭА.

Модернизация растровых встроенных потолочных светильников с люминесцентными лампами

В этих светильниках (**рис.2**) надо удалить дроссель для ламп Т8 так же, как и сами лампы, а вместо дросселя использовать LED-драйвер, например, на 35 или на 16 Вт серии APC (**рис.3**).

Вместо люминесцентных источников света мы использовали светодиодные:

- для мощности 16 Вт четыре платы SEA RASTR 280mm-5630 STW8Q14C(X5) SEOUL PRODUCT 5000K (CW) или SEA RASTR 280mm-5630 STW8Q14C(X5) SEOUL PRODUCT 4000K+4x1 Lite trap (NW) (**рис.4**);
- для более мощного светильника (35 Вт) – платы PCBA TapeDrawing SEOUL 1.0 TW PRODUCT 5000K.

Модернизация настенных светильников с люминесцентными лампами

Аналогично, по рассмотренной выше методике, был произведен ретрофит и настенных светильников с люминесцентными лампами, которые используются в помещениях самой компании.

Процедура замены достаточно простая, и провести подобную модернизацию собственными силами может не только специалист, но и любой гуманитарий.

По вопросам подбора LED-плат и LED-драйверов для замены растровых потолочных, настенных и других светильников, использующих люминесцентные лампы T8, обращайтесь в отдел оптоэлектроники и светотехники Компании СЭА по тел. +38 (044) 291 00 41 или по e-mail: info@sea.com.ua.

Литература

1. Безверхний И. Замена лампы накаливания светодиодами в некоторых видах светильников // Радиоаматор. – 2015. – №2. – С.19–20.

Бюджетные светодиодные лампы. Обзор

Виктор Михальчук, г. Киев

(Окончание. Начало см. в РА 10/2015 и РА 11–12/2015)

В заключительной части статьи автор завешает сравнительный обзор широко распространенных светодиодных бюджетных ламп торговых марок GEEN и Saturn с цоколем E27, в самом конце статьи автор рассказывает о старенькой, но качественной и достаточно дорогой лампе OSRAM PARATHOM CL-A 40, 8W.

Ближайшим конкурентом ламп GEEN LB-279 являются широко распространенные лампы Saturn ST-LL27.06 (**фото 10**). Эти лампы внешне очень похожи на LB-279 – почти копии. Изначально казалось, что более предпочтительны в применении будут именно ST-LL27.06 из-за меньшей мощности (только 5 Вт), а значит, и существенно меньшего нагрева. Сначала лампы Saturn ST-LL27.06 также имели очень привлекательную цену (около двух долларов по акции), но потом цены поползли вверх. Чисто случайно был обнаружен очень неприятный сюрприз этих ламп.



Фото 10

Saturn ST-LL27.06 по внешнему виду выглядит очень достойно: массивный радиатор, лампа умеренно греется, мощность 5 Вт, содержит десять SMD-светодиодов 5630 (**фото 11**), а не 12, как ошибочно указывают во всех описаниях, так как никто из продавцов никогда не видел конструкцию лампы.

Световой поток, в принципе, нормальный и достаточный (заявлено 350 лм, субъективно кажет-



ся даже больше); драйвер герметично залит белым силиконом. Выяснить конструкцию драйвера из-за силикона визуально невозможно, но все с виду очень надежно. И, все же, грубое нарушение принципов электробезопасности (отсутствие обязательной двойной изоляции сети для бытовых приборов) помогла выявить простая случайность. В системах с однополюсным выключателем (яркий пример – настольная лампа, настенные бра, торшеры и т.д.). Однополюсный выключатель разрывает цепь и может отключать либо фазу, либо ноль. Часто, в старых домах, такой выключатель отключает вместо фазы ноль, фаза в патроне лампы светильника присутствует всегда, что, естественно, неправильно и опасно. Если фаза в патроне есть (выключен ноль), лампа Saturn ST-LL27.06 может светиться за счет токов утечки на корпус в выключенном состоянии при касании рукой корпуса лампы (свечение хорошо различимо в относительной темноте). Этот «волшебный фокус» можно усилить, если коснуться корпуса лампы индикаторной отверткой – светится и лампа и индикатор. Драйвер лампы Saturn, как выяснилось, не имеет гальванической развязки с сетью: с обоих сетевых контактов лампы прозваниваются диоды в прямом включении на плюсовой контакт линейки светодиодов. Вероятно, драйвер ST-LL27.06 представляет собой электронный дроссель, так как еще прозванивается демпферный диод в обратном включении параллельно линейке светодиодов. Реально корпус лампы Saturn ST-LL27.06 отделяет от сети только изоляция подложки светодиодов толщиной около 100 мкм. Такое схемотехническое решение недопустимо в металлическом корпусе, и при определенном стечении негативных обстоятельств может быть опасным. Пробой изоляции подложки светодиодов маловероятен, но лучше не касаться корпуса работающей лампы, вкручивать и выкручивать лампу необходимо, удерживая ее только за пластиковый рассеиватель. Вообще, не очень понятно, как такой «казус» попал на рынок. Тем не менее, приобретя такое «чудо» по акционной цене всего 2 доллара, его вполне можно использовать, соблюдая осторожность. Сейчас цены на Saturn поползли вверх. Думаю, что более широкое распространение информации о недостатках этой лампы может заставить производителя снизить цены до прежнего уровня или уйти с рынка с такой некачественной продукцией.



Фото 11

В заключение хочется рассмотреть конструкцию «нормальной» не бюджетной лампы для сравнения, чтобы понимать, в чем все-таки ее преимущества. Автору как-то в руки попала старенькая лампа OSRAM PARATHOM CL-A 40, 8W (**фото 12**). Классический корпус, мощность 8 Вт (аналог лампы накаливания мощностью 40 Вт), честно указана эффективность 56 лм/Вт (с учетом драйвера).

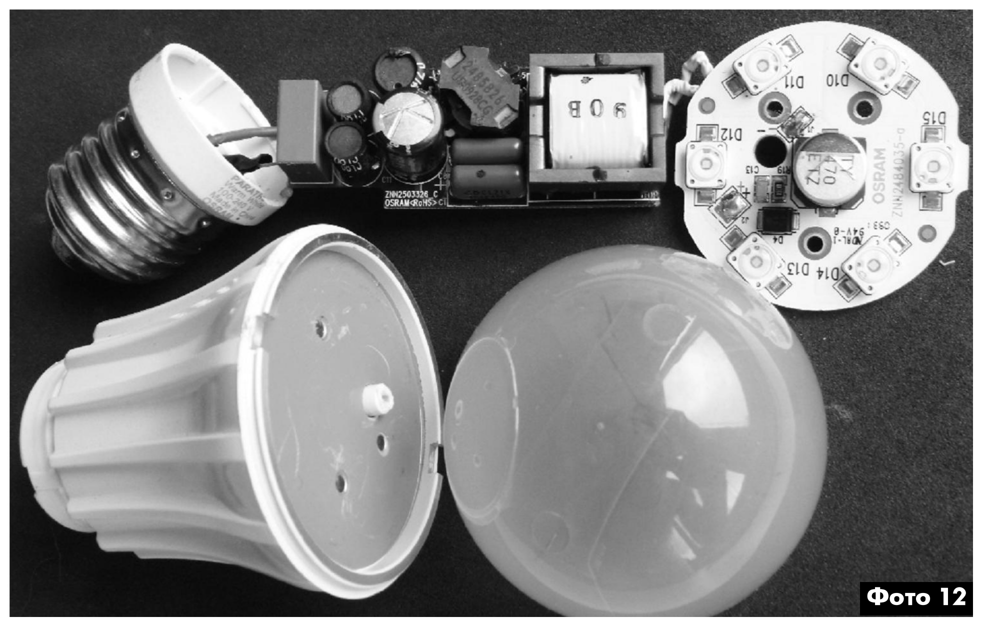


Фото 12

Однозначно, качество разработки и технология изготовления на голову выше по сравнению с бюджетными лампами. На высоком уровне и схемотехника, и качество комплектующих, и культура сборки. Наличие четырех дросселей (притом один весьма недешевый в ферритовых чашках) свидетельствует само за себя. К сожалению, бюджетный ширпотреб не может себе позволить высокочастотные фильтры помех и компенсацию реактивной мощности. К сожалению, стоимость качественной не бюджетной продукции выше в несколько раз бюджетного ширпотреба. С другой стороны, бюджетный ширпотреб быстро окупается, а со временем появляется что-то новое, современное, с лучшими параметрами и более дешевое.



Широкополосный понижающий конвертор с двойным преобразованием частоты

Петр Ксензенко, Петр Химич, г. Киев

Во второй части статьи о широкополосном понижающем конверторе с двойным преобразованием частоты авторы рассказывают о параметрах усилителей с АРУ и особенностях схемотехники схемы АРУ на микросхемах ADL5330 (VGA) и AD8318 (логарифмический детектор – компаратор).

Большинство приемников работает в условиях, требующих от них большого динамического диапазона по входу. При большом сквозном коэффициенте усиления самую большую нагрузку испытывают выходные каскады. Регулирование усиления снижает требования к каскадам, расположенным за усилителем с регулируемым усилением, за счет предотвращения перегрузки и интермодуляционных искажений и поддерживает постоянным рабочий уровень на входе демодулятора. При этом могут использоваться разные методы.

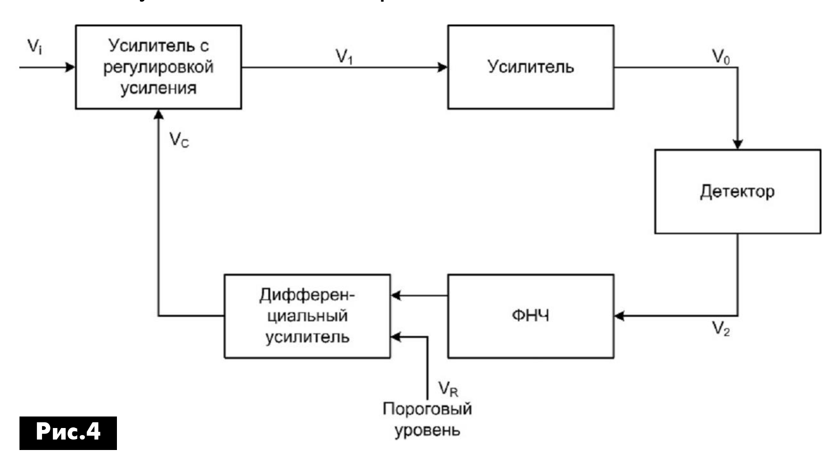


Рис.4

Самый простой метод регулирования усиления предполагает использование переменного аттенюатора, который устанавливается между входом и первым активным каскадом. Аттенюатор снижает уровень сигнала по входу, увеличивая, тем самым, динамический диапазон по входу, но он также уменьшает отношение несущая/шум (C/N), что особенно заметно при приеме слабых сигналов.

Регулирование усиления может быть распределено между несколькими каскадами усиления, так чтобы усиление последних каскадов усиления промежуточной частоты (IF) начинало уменьшаться раньше, а усиление каскадов, расположенных ближе к входу (RF или первой IF), уменьшалось только при достижении сигналом существенно более высокого уровня, что помогает обеспечивать высокий уровень отношения C/N.

Если усиление на RF желательно уменьшить на фиксированную величину, перед входным каскадом усиления может быть включен ступенчатый аттенюатор, который отключается при низком уровне сигнала. При этом плавное регулирование усиления последующих каскадов может производиться уже при более низких уровнях сигнала.

Усилители с регулируемым усилением управляются путем подачи на их вход управления постоянного напряжения, а аттенюаторы могут управляться и напряжением, и с помощью электронных переключателей, если это ступенчатые аттенюаторы.

На **рис.4** показана структурная схема усилителя с АРУ. Входной сигнал усиливается усилителем с регулируемым усилением (VGA), управление усилением которого осуществляется с помощью внешнего постоянного напряжения (Vc). Входной сигнал VGA может в дальнейшем быть усилен вторым каскадом без регулировки для получения требуемого уровня сигнала по выходу Vo. Некоторые из параметров мешающих сигналов, такие, как амплитуда, частота несущей, индекс и частотный диапазон модуляции, воздействуют на детектор, а продукты их детектирования присутствуют в его выходном сигнале. Поэтому любой нежелательный компонент должен быть отфильтрован фильтром нижних частот на выходе детектора. В дифференциальном усилителе производится сравнивание сигнала обратной связи с опорным напряжением. Результат сравнения используется для формирования управляющего напряжения (напряжения ошибки) – Vc для регулирования усиления VGA.

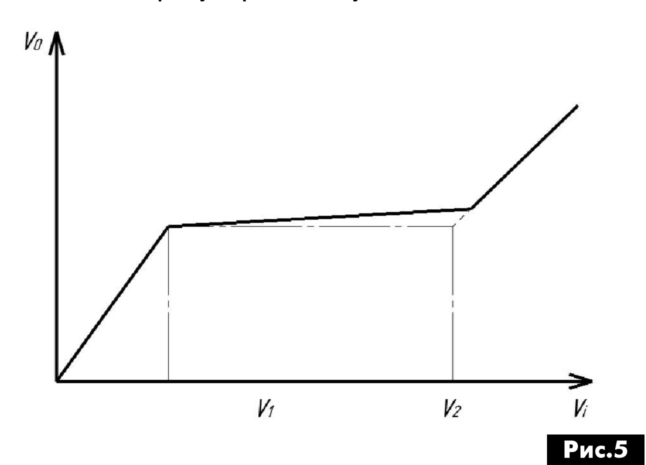


Рис.5

Если постоянная времени цепи обратной связи, которая определяется, в первую очередь, детектором, а дополнительный усилитель имеет более широкий диапазон, чем детектор, то время нарастания и спада переходного процесса за счет дополнительного усиления будет более коротким.



Для входных сигналов низкого уровня схема АРУ неактивна, и уровень выходного сигнала является линейной функцией входного (см. идеальную характеристику АРУ – **рис.5**). Это продолжается вплоть до достижения управляющим напряжением уровня опорного напряжения (V1), после чего АРУ начинает действовать и поддерживает выходной уровень постоянным вплоть до достижения второго порогового напряжения (V2). В этой точке схема АРУ опять прекращает действовать. Этот режим вызван ограничением величины коэффициента усиления VGA, которое связано с тем, что при больших коэффициентах усиления могут возникнуть проблемы с устойчивостью усилителя.

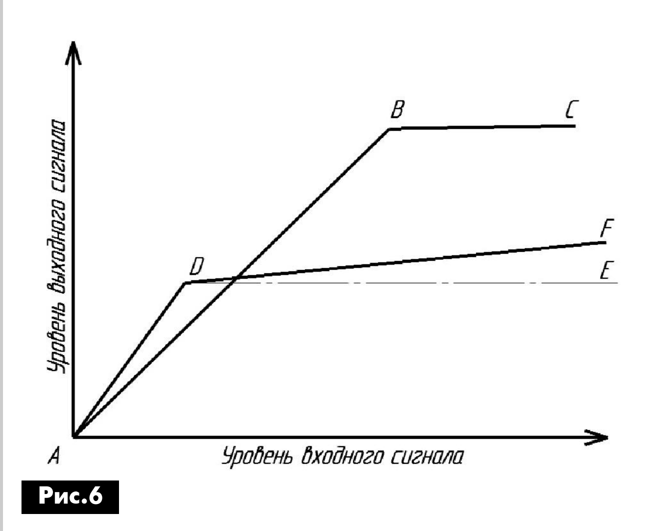


Рис.6

Если усиление петли велико, статическая ошибка петли регулирования Типа 0 очень мала. У петель АРУ Типа 1 и Типа 2 статическая ошибка вообще отсутствует.

Линии, соединяющие точки A, B и C (см. характеристику реальной системы – **рис.6**), представляют поведение системы, в которой АРУ отсутствует. Амплитуда выходного сигнала растет по линейному закону до момента достижения точки B, в которой некоторые из элементов сигнального тракта испытывают перегрузку, а их передаточная характеристика становится нелинейной. Между точками B и C сигнал искажен, а система неработоспособна. При увеличении коэффициента усиления петли увеличивается наклон линии AB, а уровень входного напряжения, соответствующий моменту появления искажений, понижается. Линии AD и DE характеризуют работу идеальной системы АРУ. Если крутизна на отрезке AD больше, чем единица, то это значит, что схема АРУ на участке до детектора имеет усиление.

Точка D, в которой происходит переход к постоянному уровню, соответствует пороговому уровню или уровню «задержки». На участке от D до E выходной уровень не увеличивается при увеличении уровня входного сигнала. То, насколько постоянным будет уровень сигнала на участке DE, зависит от общего коэффициента усиления петли (так называемой, «крутизны» АРУ), а также от ее порядка, который определяется количеством интегрирующих звеньев в ней. Из сказанного можно сделать такие выводы:

- задержка АРУ не может быть установлена на произвольно низком уровне;
- выше уровня задержки АРУ ее параметры могут быть неравномерными (особенно при малой крутизне регулирования), достигая неравномерности от 6 дБ до 10 дБ (определяется точностью детектора, величиной усиления обратной связи и порядком петли);
- системы АРУ, которые управляются внешним относительно петли опорным напряжением, называются системами с «задержанной» АРУ.

В разработанном нами конверторе схема АРУ построена на двух микросхемах компании Analog Devices типов ADL5330 (VGA) и AD8318 (логарифмический детектор – компаратор).

ADL5330

Микросхема ADL5330 – это высококачественный усилитель-аттенюатор, управляемый напряжением, который предназначен для использования в частотном диапазоне до 3 ГГц.

Структурная схема микросхемы ADL5330 показана на **рис.7**.

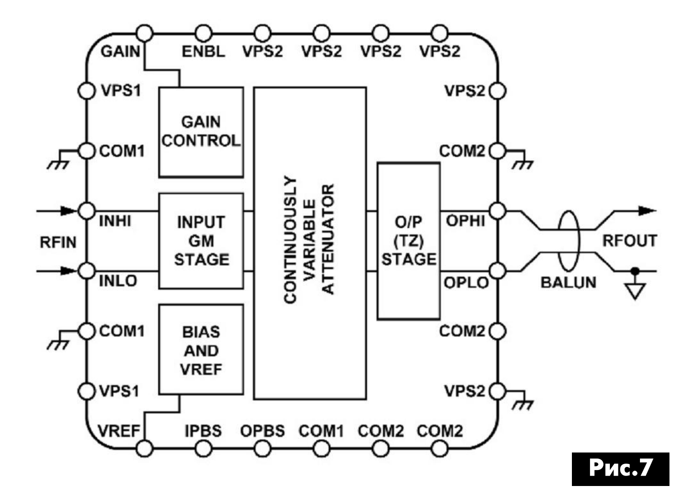


Рис.7

Для того чтобы уменьшить риск прямого прохождения с входа на выход сигнала, вызванного RF-излучением, особенно при низком уровне сигнала на выходе на высоких частотах, для входного и выходного сигналов используются балансные схемы включения. Если используется несимметричный входной сигнал, то его преобразование к балансному виду производится в самой микросхеме. Крутизна регулировочной характеристики микросхемы равна 20 мВ/дБ. К выходу высокоточного широкополосного аттенюатора подключен выходной каскад дифференциального трансимпедансного усилителя. В широкополосных применениях фирма-изготовитель рекомендует использовать симметрирующие трансформаторы типа ETC1-1-13 от M/A-COM.

Микросхема может служить в качестве OVGA в тех применениях, для которых характерен относительно постоянный входной уровень, а выходной уровень должен перестраиваться в широких пределах. Обычно для OVGA характерно уменьшение параметров IP3 и Р1дБ по выходу при уменьшении коэффициента передачи.

Линейная по отношению шкалы дБ характеристика регулирования усиления соответствует изменению напряжения на входе управления в пределах от 0 до +1,4 В. Причем эта зависимость прямая, т.е. более высокому управляющему напряжению соответствует большее усиление.

После резистивного аттенюатора, который имеет лестничную структуру, расположен трансимпедансный усилитель с фиксированным коэффициентом усиления, выполняющий функцию буфера, который изолирует аттенюатор от нагрузки. При высоком усилении шумовое окно определяется входным каскадом. При уменьшении коэффициента передачи приведенный к входу коэффициент шума будет расти за счет потерь в аттенюаторе, и при превышении некоторого критического значения будет увеличиваться на столько дБ, на сколько дБ будет уменьшаться коэффициент передачи.

В режиме замкнутой петли регулирования напряжение, подаваемое на вывод GAIN (вывод 24 микросхемы ADL5330), определяет коэффициент передачи микросхемы. Входное сопротивление по этому выводу равно 1 МОм. При изменении управляющего напряжения в пределах от 0 до +1,4 В, коэффициент передачи изменяется от –38 дБ до +22 дБ. При малом усилении микросхема потребляет ток 100 мА, а при максимальном (напряжение на управляющем входе +1,4 В) ток возрастает до 215 мА. Точка компрессии на 1 дБ по входу почти во всем диапазоне регулирования постоянна и равна +3 дБм. Мощность собственных шумов на выходе при напряжении на управляющем входе не ниже 1 В постоянна и увеличивается при уменьшении этого напряжения. Частотный диапазон по управляющему входу около 3 МГц. Поскольку ADL5330 характеризуется точным регулированием усиления. С ее помощью совместно с детектором типа AD8318 можно достичь режима точного автоматического регулирования уровня выходной мощности. При работе в режиме АРУ часть выходной мощности микросхемы ADL5330 ответвляется в детектор (обычно используется направленный ответвитель и дополнительный аттенюатор). Детектор АРУ установлен после определяющего полосу канала фильтра на ПАВ, и за ним следует развязывающий усилитель (см. схему **рис.1**). Этот усилитель устраняет влияние нагрузки на детектор.

AD8318

Микросхема AD8318 – это логарифмический усилитель-детектор, способный точно преобразовывать амплитуду входного RF сигнала в соответствующее ей значение напряжения согласно логарифмической шкале.

Структурная схема микросхемы AD8318 показана на **рис.8**.

Цепочка каскадно-включенных усилителей производит прогрессивное сжатие сигнала, формируя логарифмическую зависимость. Причем каждый из усилителей содержит собственный детектор. Микросхема может использоваться в режимах управления или измерения. AD8318 выполняет точное логарифмическое представление амплитуды входных сигналов в полосе частот от 1 МГц до 6 ГГц, а сохраняет работоспособность до частоты 8 ГГц. Динамический диапазон по входу – около 60 дБ с логарифмической ошибкой в пределах ±1 дБ.

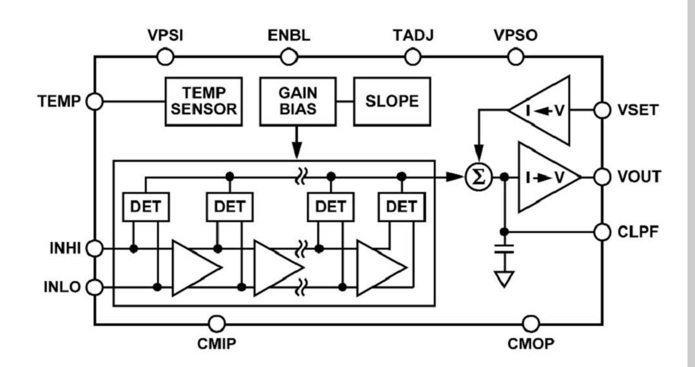


Рис.8

Быстродействие AD8318 – 10 нс, что позволяет детектировать RF пакеты, передаваемые с частотами до 45 МГц. Точность логарифмического представления входных сигналов при изменении температуры среды очень высока. Кроме того, микросхема имеет встроенный датчик температуры с крутизной 2 мВ/°С, который может использоваться для мониторинга температурного режима. Напряжение питания 5 В, потребляемый ток – 68 мА.

Первым шагом при проектировании петли АРУ является определение уровня выходной мощности. Она может быть рассчитана, исходя из соотношения уровней на входе и выходе или из допустимого уровня искажений, являющихся следствием компрессии (изменение Pin/изменение Pout). С другой стороны, эта величина определяется диапазоном регулирования регулирующего элемента (усилителя или аттенюатора). В процессе проектирования должна быть установлена зависимость между величиной управляющего напряжения и усилением (затуханием), вносимым регулирующим элементом. Обычно для регулирующих элементов указывается крутизна изменения коэффициента передачи от управляющего напряжения, но лучше иметь измеренную зависимость коэффициента передачи от управляющего напряжения.

(Продолжение следует)



Эксперименты с Android. Приложение 7

Сергей Рюмик, г. Чернигов

(Продолжение. Начало см. в РА1...4, 9, 10/2015)



В предыдущих статьях цикла основное внимание уделялось системе визуального программирования AI2. С ее помощью можно «нарисовать» приложение для Android путем размещения на рабочем поле различных мозаик «стык в стык». Эта среда относится к инструментам мозаичного типа. На другом полюсе находятся программы блок-схемного типа, в которых соединения между объектами производятся линиями связи. Картинки блок-схем визуально напоминают обычные электрические схемы, поэтому привлекают особое внимание электронщиков. Но прежде, чем перейти к рассмотрению блок-схемного конструктора HiAsm Android, надо завершить тему Bluetooth.

Bluetooth-2.x/3.0 или Bluetooth-4.x

Приложения, составленные в РА2-10/2015, не имеют указания, к какому стандарту Bluetooth они относятся — 2.x, 3.0 или 4.x. Оказывается, что именно здесь существуют свои подводные рифы (проблемы), из-за которых корабль (конструкция) может сесть на мель (перестать работать).

Самым последним на сегодняшний день стандартом связи по «синему зубу» является Bluetooth 4.1, поддерживающий технологию BLE (Bluetooth Low Energy). Он отличается от своих предшественников 2.x/3.0 тем, что изначально ориентируется на автономные системы сбора данных с батарейным и аккумуляторным питанием. Как следствие, технология BLE использует другой, более экономичный вид модуляции радиосигнала и измененный протокол обмена данными. Чередуются очень короткие циклы передачи с длинными паузами покоя. Отсюда низкое потребление тока, что позволяет устройству BLE функционировать от одной батарейки в течение многих лет.

Следует знать, что BLE не полностью совместим с устройствами Bluetooth прежних поколений. Точнее, спецификация параметров версий 4x определяет две беспроводные технологии: EDR (классический Bluetooth, развивающийся с первой публикации стандарта) и BLE. В связи с этим новейшие BT-модули выпускаются двух типов: однорежимные BLE и двухрежимные EDR/BLE — они, по-другому, называются «Bluetooth Smart Ready» или «Dual-mode device».

Так сложилось, что самыми массовыми по числу выпущенных устройств до сих пор являются BT-модули с классическими протоколами 2.0 и 2.1. Если такой модуль будет общаться с современным однорежимным BLE, то получится разговор «слепого с глухим».

Решить проблему можно, если применить двухрежимный BT-модуль, в котором имеются радиочастотные блоки как стандартного Bluetooth, так и BLE. Каждый из них работает отдельно, но не одновременно, хотя и на одну антенну. Такие «системы на кристалле» выпускаются фирмами: Broadcom, CSR, EM Microelectronics, Nordic Semiconductor, Texas Instruments.

Интересная деталь. Для осуществления надежной связи достаточно, чтобы лишь одно из устройств поддерживало оба стека протоколов и было двухрежимным. Второе устройство может быть однорежимным «single-mode-device», причем, как BLE, так и классическим 2.x.

На практике большинство современных планшетов и мобильных телефонов без проблем связываются друг с другом, невзирая на стандарты. Надпись «Bluetooth-4.0» в спецификации их параметров, как правило, подразумевает совместимость с протоколом 2.x, то есть внутри установлен универсальный двухрежимный модуль. Однорежимные BLE-модули обычно применяются в сверхкомпактных носимых изделиях, для которых каждый милливатт экономии энергии на счету.

Иное дело, когда разрабатываются самодельные конструкции с внешним BT-модулем, подключаемым к МК через UART [8]. Здесь могут воз-

Таблица 6

Программа	Интернет-адрес	Функциональные возможности
Yenka	http://www.yenka.com	Моделирование процессов в научных экспериментах, математике, физике, механике, электронике
SynthEdit	http://www.synthedit.com/	Музыкальный конструктор для синтезаторов
Construct 2	https://www.scirra.com/education	Среда создания компьютерных игр по принципу "программирование без программирования"
ИС Дракон	http://drakon.su/programma_is_dra kon	Графический язык алгоритмов "Дракон". Визуальный редактор к нему разработал Тышов Г.Н.
FLProg	http://flprog.ru/	Визуальный конструктор для Ардуино по образцу ПЛК
HiAsm	http://www.hiasm.net/	Компьютерное программирование

никнуть неожиданные «китайские» сюрпризы, поэтому если связь по Bluetooth почему-то отсутствует, то надо обязательно обратить внимание на совместимость используемых в системе протоколов 2.x/3.0/4.x.

Визуальные блок-схемные конструкторы

Внедрение визуальных конструкторов во все сферы программирования является объективной реальностью. Как бы ни сопротивлялись профессиональные программисты, но ниша программ, которые сами создают программы на любительском уровне, никогда пустовать не будет.

Визуальный конструктор, применительно к ОС Android, — это набор шаблонных деталей для сборки приложения с заданным функционалом. Объекты размещаются на рабочем поле компьютера и соединяются между собой с помощью указателя мыши. После компиляции проекта получается исполняемый файл, готовый к запуску.

Способ соединения объектов — фигурными выемками или линиями связи — определяет разделение программ на «мозаичные» и «блок-схемные». Среда AI2 относится к первому, а HiAsm Android — ко второму типу. Если рассматривать вопрос шире, то блок-схемные конструкторы применяются не только в электронике, но и в других сферах деятельности (**табл.6**).

Среда проектирования HiAsm

Читатели, которые следят за микроконтроллерной тематикой в журнале «Радиоаматор», знают, что визуальный конструктор HiAsm использовался в статьях, посвященных МК, начиная с 2006 года (РА7/2006). Прошло почти 10 лет, но альтернативы этому простому инструменту для составления компьютерных программ придумано не было. Большой плюс, что пакет не перешел в разряд коммерческих и до сих пор распространяется бесплатно.

В том, что HiAsm не игрушка, а полноценный инструмент для работы, свидетельствуют факты. Например, с его помощью была составлена управляющая программа для системы мониторинга удаленных датчиков, насчитывающая 6700 компонентов и 19500 соединительных точек. Программа отработала без сбоев 2 года в круглосуточном режиме. По сравнению с аналогами, собранными на платных компиляторах, длина программы получилась в 70 (!) раз меньше, что подчеркивает справедливость сокращения «Asm» — компактность, как у ассемблера.

За последние годы HiAsm значительно «возмужал», и от него отпочковались весьма интересные направления, например, проектирование андроидных приложений в пакете HiAsm Android.

Принцип рисования блок-схем в новом пакете остался прежним, но с другими компонентами, в которые добавлены новые возможности и функции. Результатом компиляции является полноценный APK-файл, пригодный для запуска на планшете или мобильном телефоне. Этот файл сохраняется в памяти компьютера, а затем любым способом пересылается в планшет и запускается на выполнение.

Инсталляция пакета HiAsm Android имеет некоторые особенности, поэтому рассматриваться процесс будет подробно и по пунктам.

Порядок действий.

1) Проверить, установлена ли в компьютере виртуальная машина Java. Другими словами, имеется ли в «Панели управления» иконка с чашечкой кофе, в свойствах которой указывается номер версии. Проверку онлайн можно осуществить на странице <http://java.com/ru/download/installed.jsp>.

Для нормального функционирования пакета HiAsm Android требуется версия Java 7 для WinXP и Java 8 для Win7 и выше. Кроме того, для 64-разрядной ОС Windows лучше установить 32-разрядную версию Java. На странице <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/archive-139210.html> размещается архив разных копий Java для скачивания.

2) Удалить с компьютера прежние версии пакетов HiAsm. Это лучше сделать с самого начала, чтобы они в дальнейшем не помешали в работе. Дело в том, что «андроидный» пакет является внешней надстройкой над базовым «компьютерным» пакетом HiAsm. То есть, сначала устанавливается обычный HiAsm, а затем поверх него добавляется андроидная часть.

3) На официальном сайте HiAsm размещаются 3 разновидности программы. Первая из них HiAsm-4.05 b186 <http://hiasm.net/down.html> — это свежий релиз осени 2015 года от основателя проекта Дмитрия Власова, псевдоним «Dilma». Вторая версия HiAsm-5.0 — это замороженный проект, который уже 3 года не может выйти за пределы альфа-тестирования. Существует также третья, альтернативная версия HiAsm, активно развиваемая «CriDos» и сотоварищи на форуме <http://hiasm.net/xf/topic.php?t=58323&start=0>. Альтернативная сборка отличается от штатной настройками, обновленными модулями и файлами библиотек dll. Она активно разрабатывается вот уже несколько лет в период «застоя» официальной сборки и заслуживает большого внимания.

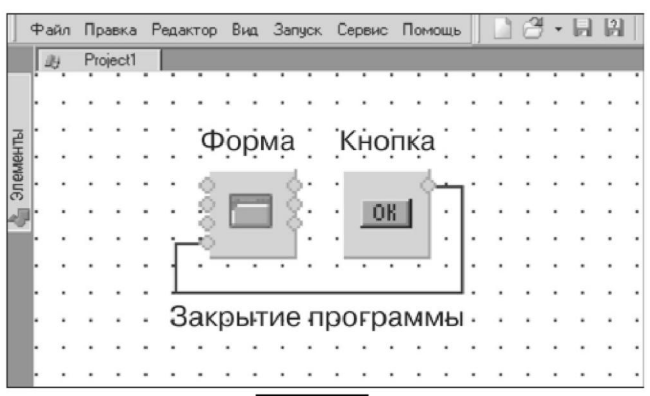


Рис.43

Что выбрать? Для пакета HiAsm Android годятся первая и третья версии конструктора. Поскольку это всего лишь базовая надстройка, то проще



выбрать официальный пакет от «Dilma», имеющий на порядок меньший размер — 16,5 Мбайт.

4) Распаковать файл« hiasm_4.05b186.rar» и инсталлировать HiAsm Studio на диск C:\. Компиляторы входят в состав сборки, дополнительно ничего скачивать не надо. Чтобы проверить работоспособность базового пакета, можно создать тестовый проект: «Файл—Новый—Приложение Windows—OK». Далее собрать блок-схему, как на **рис.43**, задать в свойствах кнопки Button надпись Caption «Hello, World!», удлинить физический размер кнопки в редакторе формы и запустить на компиляцию иконкой зеленого треугольника. Логика работы — при старте приложения появляется кнопка с надписью «Hello, Word!», при нажатии на которую программа закрывается. Исполняемый файл «Project1.exe» размещается в папке «Projects», где можно хранить и файл с исходными кодами «Project1.sha» (Файл—Сохранить).

5) Андроидное дополнение к базовому пакету развивается на официальном форуме HiAsm <http://forum.hiasm.net/> в ветке «Прочие пакеты—Пакет Android». В первом посте ветки в спойлерах указаны все необходимые сведения по установке пакета Android v2.0. Главный идеолог проекта — «NetSpirit».

Существуют полный и минимальный варианты скачивания, объемом, соответственно, 324 и 162 Мбайт. Отличаются они наличием и отсутствием встроенного эмулятора ОС Android.

Нужен или нет эмулятор, зависит от быстродействия компьютера. Оценить удобство работы с эмулятором можно по видеоролику <https://www.youtube.com/watch?v=85OkJwAWOPE>. Для «невосьмиядерных» компьютеров логичнее использовать минимальную версию и переносить APK-файлы в планшет вручную, по аналогии со средой AI2. «Эмулятором», причем абсолютно безошибочным, здесь будет служить сам планшет, и в этом достоинство способа.

6) Скачать по ссылке на форуме файл «Android Pack for HiAsm v2.0 Minimal.rar», распаковать его и запустить на выполнение. Андроидное дополнение должно инсталлироваться в ту же папку, что и HiAsm. Затем надо скачать по ссылке на форуме файл обновления компилятора «android compiler update...rar» и файл обновления SVN-репозитория «android pack svn...rar». Находящиеся в них папки «compiler» и «Android» следует полностью скопировать в одноименные папки HiAsm с разрешением замены всех находящихся внутри файлов.

7) Запустить на выполнение базовую среду HiAsm. Открыть файл примера «MathParse.sha» из папки «...\compiler\Android\Example\» (**рис.44**). Как видно, внешний вид андроидных компонентов заимствован из базовой версии HiAsm. Экран планшета конструируется в редакторе формы.

8) Запустить компиляцию проекта иконкой зеленого треугольника и дождаться появления окна «Запуск в эмуляторе». Убедиться в отсутствии ошибок в нижнем окне «Отладка»: BUILD SUCCESSFUL, Total time: 10 seconds, Сборка завершена.

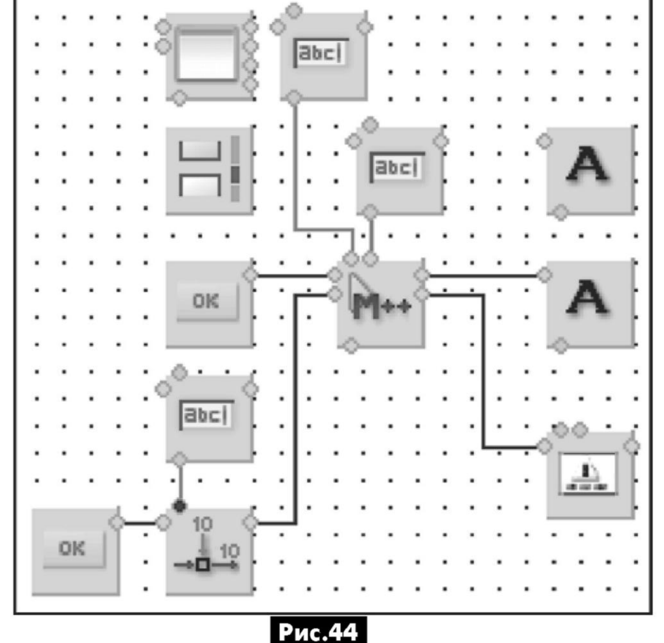


Рис.44



Рис.45

9) Переслать APK-файл из компьютера в планшет. Сделать это можно через USB-кабель, через электронную почту, через облачное хранилище или (решение в лоб) через карту памяти microSD дедовским способом «вставить — изъять» [9].

10) Запустить приложение «MathParse.apk» на планшете и наблюдать самодельный калькулятор, позволяющий выполнять вычисления по формуле с двумя переменными %1 и %2 (**рис.45**).

Литература

8. Рюмик С. Планшет, Android и МК. Ракурс 7 / Радиоаматор, 2014, №11/12. — С. 46-50.

9. Рюмик С. Планшет, Android и МК. Ракурс 3 / Радиоаматор, 2014, №6. — С. 31-34.

(Окончание следует)



Любительская связь и радиоспорт

Ведущий рубрики **Анатолий Перевертайло**, UX7UN

(tnx ON6DX, F6AJA, DJ6US, JI3DST, E21EIC, DL6KVA, I1JQJ, S57VW, LZ3FN, MM0DFV, NG3K, EA7FTR, G3XTT, SM0XBI, F5NQL, OH3JR, SP5UAF VU2CDP, GM0HCQ, SV1EJD, G3KMA, LA9JKA, VA3RJ)

Особая благодарность за постоянную помощь радиолюбителям г. Омска RW9MC и UA9MHN

NEW BAND AT 5 MHZ - На пленарном заседании 18 ноября 2015 г. Всемирной конференции по радиосвязи (WRC-15) в Женеве принято решение о выделении радиолюбителям участка в районе частоты 5 MHz.

Хотя выделен лишь небольшой участок полосой 15 kHz от 5351,5 до 5366,5 kHz, он стал первым новым участком частот, выделенным радиолюбителям на HF-диапазонах, после разрешения работы на WARC в 1979 г. После интенсивного давления со стороны первичного пользователя разрешенная мощность была ограничена 15 Вт EIRP в районах 1 и 3, 20 Вт EIRP в Мексике и 25 Вт EIRPв Центральной и Южной Америке и большей части Карибского бассейна. Организации-члены, не получившие частоты согласно ст. 4.4 Регламента, просят обратиться в свои администрации для включения этого участкав свои лицензии, хотя новый Регламент вступит в силу лишь 1 января 2017 г..

THE END OF AN ERA - Ежегодные опросы The DX Magazine по выявлению Most Wanted стран больше проводиться не будут. «В последние несколько лет я сравнивал результаты опросов The DX Magazine с теми, которые публиковал Michael Wells, G7VJR, на своем сайте Club Log», - сообщил Carl Smith (N4AA). «Оба опроса постоянно давали те же самые результаты. После серьезных размышлений я пришел к выводу, что данные о Most Wanted на Club Log'е адекватно соответствуют потребностям DX-сообщества. Опросы, проводимые The DX Magazine, не дают настолько существенной разницы, которая оправдывала бы затраты времени и денег на их продолжение. Я хочу поблагодарить тысячи DX-менов со всего мира, которые поддерживали опросы, проводимые The DX Magazine, в ходе прошедших 25 лет».

The DX Magazine (http://www.dx-pub.net/DX-Magazine.html) «продолжит предоставлять в распоряжение DX-менов рассказы об участниках DX-экспедиций, которые отправляются в самые далекие уголки мира, чтобы дать вам возможность провести редкое QSO. Я хочу просить организаторов таких DX-экспедиций продолжать передавать нам свои рассказы. Рассказ о том, кто, где, когда и как сделал возможным ту или иную экспедицию, может стать ее заключительной главой. Он в состоянии вдохновить других людей на организацию собственной DX-экспедиции или, по крайней мере, на оказание финансовую помощи крупной DX-экспедиции».

DXCC NEWS - Недавно работавшие из Вьетнама 3W3MD и 3W3MD/p засчитаны для DXCC.

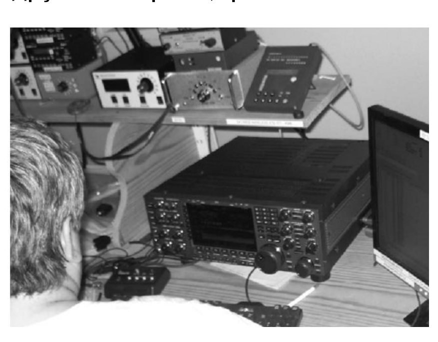
DXCC NEWS - Sharon Taratula, менеджер по дипломам Депаратмента радиоспорта ARRL, сообщила, что 5V7BJ (2014 г.), 5V7MP (2014 г.), A52CVX (2015 г.), JD1BOX (2014 г.), TY2AC (2015-18 гг.), TY4AB (2015 г.) и V73D (2015 г.) засчитаны для DXCC.

Northern California DX Foundation опубликовал специальный выпуск своего бюллетеня со статьей легендарного DX-мена и DX-экспедиционера Martti Laine, OH2BH, о работе в пайл-апах DX-экспедиций. Статья Martti, озаглавленная «It Takes Two to Tango», отражает многолетний опыт Martti работы в DX-экспедициях, в том числе из 12 новых стран, и выражает его рекомендации о том, как наилучшим образом работать в пайлап-ах с DX-менами, зовущими из Европы и других частей света. В нынешней ситуации, когда многие станции зовут невпопад, и создаются преднамеренные QRM, рекомендации Martti являются как нельзя более своевременными и позволяющими всем повысить качество работы DX-экспедиций. Статья доступна по адресу: www.ncdxf.org/newsletters/2015-AUTUMN.pdf .

ZL9 RENAMED - ARRL DXCC Department объявил об изменении названия «страны» ZL9 с «Auckland and Campbell Islands (Острова Окленд и Кэмпбелл)» на «New Zealand Subantarctic Islands (Субантарктические острова Новой Зеландии)». В ее состав войдут острова Antipodes и острова Bounty, но не острова The Snares или какие-либо другие острова, расположенные









южнее 60-й широты, на которые претендует Новая Зеландия. Это чисто административное изменение и оно не означает появления новой или изменения существующей «страны».

YASME EXCELLENCE AWARDS AND GRANTS - В 2008 г. Фонд The Yasme Foundation
(www.yasme.org) учредил премии Yasme Excellence, присуждаемые за выдающиеся достижения индивидуальным радиолюбителям, которые своим служением, творчеством, усилиями и самоотверженностью внесли значительный вклад в развитие радиолюбительского движения. Эти награды присуждаются в знак признательности за их технические, спортивные или организационные достижения, так как именно эти три компонента составляют основу развития и процветания радиолюбительства. Последними лауреатами, имена которых были объявлены 13 ноября 2015 г., стали: N1MM + команда разработчиков (Tom Wagner/ N1MM, Rick Ellison/N2AMG, Steve London/N2IC, John Bednar/K3CT, Nikolay Safronov/NA3M, Pete Smith/ N4ZR, Andreas Hofman/KU7T, Larry Gauthier/K8UT и Richard Ferch/ VE3KI). Первоначальная N1MM Classic являетсяй сложной логовой программой,
бесплатно предоставляемой в распоряжение контестменов всего мира. N1MM+ представляет собой существенную переререработку оригинальной программы которая была выполнена добровольцами, потратившими тысячи часов на составление и тестирование более чем
250 000 кодовых строк (www.n1mm.com). Программа по-прежнему предоставляется бесплатно и регулярно совершенствуется, для ее поддержки доступна полная документация, существует также большая группа поддержки пользователей.

IOTA BASH 2016 - 12-ежегодная конференция IOTA Bash будет проходить 26-27 февраля 2016 г.в Boerne, Texac. За информацией можно обращаться к Mike Crownover, AB5EB (ab5ebdxer@gmail.com), ее также можно найти на сайте IREF (www.islandradio.org).

IARU 90 - Специальная станция OL90IARU, операторами которой были члены Czech Radio Club'а, работала с 7 ноября по 6 декабря 2015 г. по случаю 90-летия International Amateur Radio Union (IARU). QSL через бюро, LoTW, eQSL и OQRS на Club Log'е.
Кроме того, в честь этой годовщины до 31 декабря 2015 г. были активны 9H90IARU с Мальты (QSL via 9H1SP), HH90IARU из Гаити, OH90IARU из Финляндии (QSL via OH2BAD) и UP90IARU из Казахстана (QSL via RW6HS). В честь 90-летия International Amateur Radio Union также работали SU90IARU из Египта (в ноябре и декабре, QSL via OM3CGN), YB90IARU из Индонезии (1 ноября - 31 декабря, QSL через бюро), VI90IARU из Австралии (QSL через бюрou) и LY90IARU из Литвы (2 ноября-31 декабря, QSL via LY8O). Последний позывной был уже активирован в апреле by LY3BY, который, к глубокому сожалению. скончался в августе 2015 г..
Специальными станциями, работающими в честь 90-летия International Amateur Radio Union, были также P490IARU с острова Аруба (до 22 декабря, QSL via P43E и LoTW) и EV90IARU из Беларуссии (1 ноября-31 декабря, QSL - по указаниям оператора).
На сайте http://iaru90.hamlogs.net можно получить бесплатный диплом за связи, проведенные с юбилейными станциями из 10 разных стран-членов IARU.

CARIBBEAN TOUR - JA1ELY, JH1NBN, JR4OZR будут активны позывными VP2ELY с острова Anguilla (NA-022) и PJ7ELY с острова Sint Maarten (NA-105). Они будут работать SSB, CW, RTTY на диапазонах 80-10 метров, используя две станции.
QSL via JA1ELY (только direct) и LoTW через некоторое время. Лог см. на Club Log'е.

PACIFIC TRIP - Freddy, F4HEC, будет активен позывным KH2/F4HEC с Гуама (OC-026) и KH0/F4HEC с Сайпана (OC-086). Из обоих QTH он будет работать SSB на диапазонах 80-10 метров.
QSL via home call (direct) и LoTW.

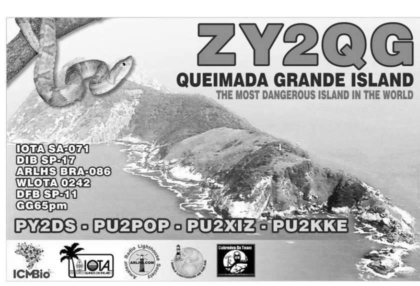
CARIBBEAN TOUR - Mike, DF8AN, будет активен позывными PJ6/DF8AN с острова Saba (NA-145), PJ7/DF8AN с острова Sint Maarten (NA-105). У него будет одна станция для работы CW и SSB (100 Вт), и другая- для работы RTTY и PSK31 (5 Вт).
QSL via home call, direct или через бюро.

PACIFIC TOUR - Steve, G0KIK, отправляется в 3-месячное путешествие по миру и будет активен в отпускном стиле позывными E51KIK с острова Rarotonga (OC-013, Южные острова Кука), ZL1/G0KIK/p из Окленда, Новая Зеландия и, возможно, с острова Waiheke (OC-201) и VK6/G0KIK/p из Перта, Австралия.
QSL via home call, только direct .

INDIAN OCEAN TRIP - Peter, DL1RPL, и его сын Soren, DL3RKS, будут активны позывными FH/DL1RPL и FH/DL3RKS с острова Майотта (AF-027) и FR/DL1RPL и FR/DL3RKS с острова Реюньон (AF-016). Peter будет работать WSJT65 и CW на диапазонах 2 метра и 70 см EME, а Soren - CW и немного SSB на диапазонах 20-10 метров.
QSL via DL1RPL.

3B, MAURITIUS - Matthias, DF6LO, будет активен позывными 3B9RF с острова Rodrigues (AF-017) и 3B8RF с острова Маврикий (AF-049). Он будет работать JT65 мощностью 30 Вт и иногда CW мощностью 100 Вт.
QSL только via LotW и eQSL.





3B8, MAURITIUS - Jan/SM6GOR позывным 3B8HB и Johnny/SM6JBC позывным 3B8JB будут активны с острова Маврикий (AF-049). Они будут работать CW, RRTY, PSK и немного SSB на диапазонах 40-10 метров.
QSL via home calls, direct или через бюро.

3B, MAURITIUS - Matthias, DF6LO, будет активен позывными 3B9RF с острова Rodrigues (AF-017) и 3B8RF с острова Маврикий (AF-049). Он будет работать JT65 мощностью 30 Вт и временами CW мощностью 100 Вт на диапазонах 40-10 метров. Он будет работать в эфире несколько часов в день, в основном после 16 UTC.
QSL только via LotW и eQSL.

3B9, RODRIGUES ISL. - Olof, G0CKV, снова будет активен позывным 3B9HA с острова Rodrigues (AF-017). В основном он будет работать в соревнованиях.
QSL via LoTW.

3X, GUINEA - 18 февраля - 4 марта 2016 г. - таков срок проведения DX-экспедиции 3XY1T на острова Los Islands (AF-051), Гвинея. Silvano, I2YSB, и его итальянская команда (I1HJT, IK2CIO, IK2CKR, IK2DIA, IK2HKT, IK2RZP и JA3USA) будут работать CW, SSB и RTTY на 160-6 метров, используя 4 станции.
QSL via I2YSB.

4S, SRI LANKA - Armin, DK9PY, будет активен из Шри-Ланки. Он будет работать только CW на диапазонах 160-10 метров из города Коломбо и других мест.
QSL via DK9PY, direct или через бюро.

4U1ITU - Операторы Международного радиоклуба клуба в штаб-квартире ITU HQ в Женеве были активны позывным 4U1WRC во время проведения конференции WRC с 15 до 27 сентября. QSL direct по адресу: IARC, P.O. Box 6, 1211 Geneva 20, Switzerland, карточки через бюро можно запрашивать через OQRS на Club Log'е.

4W, TIMOR LESTE - Toshi, JA8BMK, будет активен позывным 4W/JA8BMK с Восточного Тимора. Он будет работать в основном CW только на диапазонах 40 и 80 метров.
QSL direct via home call.

5W, SAMOA - Lars, ZL1IF, будет активен позывным 5W0IF из Apia, Самоа (OC-097). Он будет работать в основном CW на диапазонах 80-10 метров.
QSL via ZL1IF.

6W, SENEGAL - Операторы из Association des Radioamateurs du Senegal (ARAS) проведут свою ежегодную экспедицию на остров Goree (AF-045) позывным 6V1A.
QSL direct via 6W7JX.

6W, SENEGAL - Francis, F6BLP, снова будет активен позывным 6W7SK из Сенегала. Он будет работать CW и немного SSB и RTTY на диапазонах 160-10 метров, уделяя особое внимание НЧ-диапазоне на своем «санрайсе».
QSL via F6BLP, direct или через бюро и LoTW, лог см. на Club Log'e.



ЛЕТНЯЯ АКТИВНОСТЬ

EUROPE		AF-017	3B9RF	**S.AMERICA**	
EU-003	CU2/G7VJR	AF-023	S9TM	SA-001	CE0Y/R4WAA
EU-006	EI/G7VJR	AF-027	FH/DL1RPL	SA-001	CE0Y/RZ3FW
EU-012	MZ5A	AF-027	FH/DL3RKS	SA-003	PY0F/PP1CZ
EU-012	MZ5B	AF-045	6V1A	SA-006	PJ4/K4BAI
EU-013	MJ/K3PLV	AF-049	3B8HB	SA-006	PJ4/KU8E
EU-013	MJ/K8PT	AF-049	3B8JB	SA-006	PJ4/W8FN
EU-015	SV9/DL5YWM	AF-049	3B8RF	SA-006	PJ4A
EU-015	SW9AA	AF-051	3XY1T	SA-011	9Y4/WJ2O
EU-023	9H3EE	AF-119	S79C	SA-035	YW5RYL
EU-059	MM8C			SA-038	PU0R
EU-067	SX8V	**N.AMERICA**		SA-038	PU0R/PU0FDN
EU-073	IJ7TA	NA-008	VE3KTB/VY0	SA-038	PY0R
EU-086	RA1ALA/1	NA-009	VY0/VE3LYC	SA-042	PX8K
EU-125	5P8VW	NA-009	VY0/VE3LYC	SA-058	YV2CAR/4
EU-140	OH5TS	NA-012	TI9/TI2HMJ	SA-058	YV4ET/p
EU-187		NA-016	ZF2MJ	SA-058	YV4KW/p
SV9/DL5YWM/p		NA-021	8P9EZ	SA-058	YV4MP/p
EU-188	RI1PT	NA-022	VP2EAQ	SA-058	YV6YV/4
		NA-022	VP2EAR	SA-058	YY2GAL/4
ASIA		NA-022	VP2ELY	SA-058	YY4CDM/p
AS-006	VR2JN	NA-024	J3/KO8SCA	SA-058	YY4CFS/p
AS-012	JA6LCJ	NA-033	HK0/LU9EFO	SA-059	YW5Z
AS-013	8Q7DV	NA-034	N6NNA	SA-071	ZY2QG
AS-013	8Q7JC	NA-034	W4FDX		
AS-015	9M4CHM	NA-054	C6ATS	**OCEANIA**	
AS-031	JD1BON	NA-072	HP1/LU9EFO	OC-007	VK9WA
AS-062	UA0FAM	NA-080	C6AKQ	OC-009	T88IK
AS-066	RI0NZ	NA-080	C6ARU	OC-009	T88RY
AS-073	9M2/R6AF/p	NA-080	C6AUM	OC-010	V63DX
AS-082	R3RRC/0	NA-093	T41C	OC-011	V63GG
AS-094	B7/BA4TB	NA-103	VP2MEW	OC-013	E51KIK
AS-099	TC0A	NA-103	VP2MVI	OC-013	E51XGI
AS-101	HS0ZLS	NA-103	VP2MXP	OC-026	KH2/F4HEC
AS-143	BA7IA	NA-104	V47NT	OC-071	VK6BP/p
AS-172	R7AL/0	NA-105	PJ7/DF8AN	OC-086	KH0/F4HEC
		NA-105	PJ7ELY	OC-097	5W0IF
AFRICA		NA-108	J6/K9AW	OC-108	YB8RW/5
AF-013	5R8HT	NA-120	N5M	OC-110	YJ8RN/P
AF-014	CT9/DF7ZS	NA-143	K5KUA/5		
AF-016	FR/DL1RPL	NA-145	PJ6/DF8AN	**ANTARCTICA**	
AF-016	FR/DL3RKS	NA-145	PJ6/OH1VR	AN-007	VP8DIF
AF-016	FR/F5UOW	NA-145	PJ6/OH3JR	AN-009	VP8SGI
AF-016	FR/OH2YL	NA-151	OX3LX	AN-009	VP8STI
AF-017	3B9HA	NA-181	VE7DP/7	AN-010	HF0POL

IOTA-news (tnx UY5XE)

ДАТА	ВРЕМЯ UTC	CONTEST	MODE
1	0900 - 1200	AGCW Happy New Year Contest	CW
1	0000 - 2400	ARRL Straight Key Night	CW
1	0800 - 1100	SARTG Contest	CW/SSB
2	2000 - 2300	EUCW 160 m Contest (1)	CW
2-3	1500 - 1500	Original QRP Contest	CW
2-3	1800 - 2400	ARRL RTTY Roundup	Digi
3	0930 - 1030	EU QRP Foxhunt	CW
2-3	1800 - 2400	ARRL RTTY Roundup	Digi
3	0400 - 0700	EUCW 160 m Contest (2)	CW
4	1930 - 2030	EU QRP Foxhunt	CW
09-10	1200 - 2359	MI-QRP Club January CW Contest	CW
09-10	1800 - 0600	North American QSO Party	CW
10	0900 - 1059	DARC 10m-Contest	CW/SSB
10	0900 - 1100	NRAU-Baltic Contest	SSB
16	0600 - 1400	CQ UT Contest	CW/SSB
16	1500 - 1700	Feld-Hell Club Sprint	Feld-Hell
15	1800 - 2200	LZ Open Contest	CW
16-17	1200 - 1159	Hungarian DX Contest	CW/SSB
16-17	1800 - 0600	North American QSO Party	SSB
16-17	0000 - 2359	YLISSB QSO Party	SSB
23-24	1200 - 1200	BARTG RTTY Sprint Contest	RTTY
23-24	1200 - 1200	UK/EI DX Contest	CW
29-31	2200 - 2200	CQ World-Wide 160-Meter DX Contest	CW
30-31	0600 - 1800	REF Contest	CW
30-31	1300 - 1300	UBA DX Contest	SSB
31	0930 - 1030	EU QRP Foxhunt	CW





«СКТВ»

ЗАО «РОКС»

Украина, 03148, г. Киев,
ул. Г. Космоса, 2Б
т/ф: (044)407-37-77;
407-20-77, 403-30-68
e-mail: pks@roks.com.ua
http://www.roks.com.ua
Спутниковое, эфирное ТВ. Многоканальные цифровые системы с интегрированной системой условного доступа МИТРИС, MMDS.
Телевизионные и цифровые радиорелейные линии. Модуляторы ЧМ, QPSK, QAM 70 МГц, RF, L-band. Охранная сигнализация, видеонаблюдение.

НПФ «Видикон»

Украина, 02099, Киев, ул. Зрошувальна, 6
тел.: 567-74-30, 567-83-68,
факс: 566-61-66
e-mail:vcb@vidikon.kiev.ua
http://www.vidikon.kiev.ua
Разработка, производство, продажа для КТВ усилителей домовых и магистральных, фильтров и изоляторов, ответвителей магистральных и разъемов, головных станций и модуляторов.

«ВИСАТ» СКБ

Украина, 03115, г. Киев,
ул. Святошинская, 34,
т/ф: (044) 403-08-03,
тел: 452-59-67, 452-32-34
e-mail: visat@i.kiev.ua
http://www.visatUA.com
Спутниковое, кабельное,радиорелейное 1,5...42ГГц. МИТРИС, MMDS-оборудование. МВ, ДМВ, FM передатчики. Кабельные станции BLANKOM. Базовые антенны DECT; PPC; 2.4 ГГц; MMDS 16-dBi; GSM, ДМВ 1 кВт. СВЧ модули: гетеродины, смесители, МШУ, усилители мощности, приемники, передатчики. Проектирование и лицензионный монтаж ТВ сетей. Спутниковый интернет.

«Влад+»

Украина, 03134, г. Киев,
ул. Булгакова, 18, т/ф: (044) 458-56-68,
тел.: (044) 361-22-89, (044) 383-87-13.
e-mail: vlad@vplus.kiev.ua
www.vlad.com.ua
Оф. представитель фирм ABE Elettronika-AEV-CO. El-ELGA-Elenos, ANDREW. ТВ аналоговые и цифровые передатчики, FM транзисторные передатчики, радиорелейные линии, студийное оборудование. Антенны передающие для ТВ и FM, фидер для тракты ТВ и FM, модернизация и ремонт ТВ передатчиков. Доставка оборудования из-за границы и таможенная очистка груза. Услуги таможенно-лицензионного склада. Монтаж печатных плат.

Beta tvcom

Украина, 83004, г. Донецк,
ул. Гаражная, 39,
т/ф. (062) 381-81-85, 381-98-03,
381-87-53, 386-36-33, 386-36-45
http://www.betatvcom.dn.ua,
e-mail: office@betatvcom.dn.ua
Производство сертифицированного оборудования: полный спектр оборудования для цифрового ТВ; ГС на цифровых и аналоговых модулях для КТВ, цифровые и аналоговые ТВ и FM передатчики 1 – 2000 Вт, системы MMDS, МИТРИС, ЦРРС диапазона 7-40ГГц до 155 Мбит/с, оптические передатчики 1310 и 1550 нм. Измерительные приборы 5-26000 МГц.

РаТек-Киев

Украина, 03056,
г. Киев, пер. Индустриальный, 2
тел: (044) 277-67-41,
т/ф: (044) 277-66-68
e-mail: ratek@torsat.kiev.ua
Спутниковое, эфирное, кабельное ТВ. Производство радиопультов, усилителей, ответвителей, модуляторов, фильтров. Программное обеспечение цифровых приемников. Спутниковый интернет.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ООО НПП «ПРОЛОГ-РК»

Украина, 04212, г. Киев,
ул. Маршала Тимошенко, 4а, к.74
тел: (044) 451-46-45, 451-85-21,
факс: 451-85-26
e-mail: prolog@ipnet.ua
Оптовые и мелкооптовые поставки импортных и отечественных р/электронных компонентов, в том числе с приемкой «1», «5», «9».
Техническая и информационная поддержка, гибкая система скидок, поставка в кратчайшие сроки.

ООО «АМел»

02098, м. Київ,
пр-т. Тичини, буд. 4, оф. 9
тел: (044) 294-26-84
факс: (044) 294-24-66
http://www.amel.com.ua
e-mail: info@amel.com.ua
Активные и пассивные радиоэлектронные компоненты импортного производства (NXP.Atmel), коннекторы, кабельно-проводниковая продукция, изготовление и монтаж печатных плат. Гибкие цены, доставка.

«РКС КОМПОНЕНТЫ»

Украина, 03087, г. Киев,
ул.Чоколовский бульвар, 42а, 1-й этаж.
тел./факс: (044) 220-01-72
e-mail: rcs1@rcs1.relc.com
www.rcscomponents.kiev.ua
Склад ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ в Киеве. Прямые поставки от производителей.

ООО «РТЭК»

Украина, 04119, г. Киев,
ул. Дегтяревская, 62, офисный центр «Фермаш», оф. 46.
тел: (044) 456-98-69, (044) 456-51-27,
(044) 520-04-77, 520-04-78, 520-04-79
e-mail:chip@roinbow.com.ua
http://www.rainbow.com.ua
http://www.rtcs.ru
Официальный дистрибьютор на Украине ATMEL, MAXIM/DALLAS, INTERNATIONAL RECTIFIER, NATIONAL SEMICONDUCTOR, ROHM.

RCmarket.ua

Розничный интернет-магазин радиодеталей
Украина, 61108, Харьков, а/я 9416
e-mail: info@RCmarket.ua
http://www.RCmarket.ua
Возможность оплаты при получении.
Доставка по всей Украине.
- Конденсаторы
- Микросхемы
- Транзисторы
- SMD компоненты

И многое другое!

Компанія СЕА

Україна, 02094, м.Київ,
Вул. Краківська, 13Б.
тел.: (044) 291-00-41
(багатоканальний)
т/ф: (044) 291-00-42
E-mail: info@sea.com.ua
http://www.sea.com.ua

Регіональні представництва:
Дніпропетровськ: dnipro@sea.com.ua
Харків: kharkiv@sea.com.ua
Львів: lviv@sea.com.ua
Одеса: odessa@sea.com.ua

Електронні компоненти; електротехнічна продукція; кабельно-дротова продукція; промислові комп'ютери; бездротові компоненти, світлодіодна продукція і оптоелектроніка; джерела живлення; вимірювальні пристрої; лічильники електроенергії; паяльне обладнання, витратні матеріали та інструмент; контрактне виробництво.

SPARE-PART

Украина, 03150, г. Киев,
ул. Большая Васильковская, 80
тел. (098) 561-8558, (066) 355-39-44
http://www.sparepart.com.ua
e-mail: support@sparepart.com.ua
Электронные компоненты: микросхемы, модули, дисплеи, лазерные головки, конденсаторы. Со склада и под заказ, от 1 ед.

VD MAIS

Украина, г. Киев, 03061,
ул. М. Донца, 6
тел: (044) 492-88-52 (многокан),
220-0101, факс: 220-0202
e-mail:info@vdmais.kiev.ua
http://www.vdmois.kiev.ua
Эл. компоненти, системы промавтоматики, измерительные приборы, шкафи и корпуса, оборудование SMT, изготовление печатных плат. Дистрибьютор: Agilent Tehnologies, AIM, ANALOG DEVICES, ASTEC POWER, Cree, DDC, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, FILTRAN, GEYER ELECTRONIC, IDT, Hameg, HARTING, KINGBRIGHT, Kroy, LAPPKABEL, LPFK, MURATA, PACE, RECOM, Rittal, Rohm, SAMSUNG, Siemens, SCHROFF.

«ТРИОД»

Украина, 03194, г. Киев-194,
ул. Зодчих, 24
т/ф: (044) 405-22-22, 405-00-99
e-mail: ur@triod.kiev.ua
http://www.triod.kiev.ua
Радиолампы пальчиковые 6Д.., 6Н.., 6П.., 6Ж.., 6С и др. Генераторные лампы Г, ГИ, ГМ, ГМИ, ГУ, ГК, ГС и др.
Тиратроны, кенотроны. Магнетроны, лампы бегущей волны, клистроны, разряд-

ники. Электронно-лучевые трубки, видиконы, ФЭУ. Контакторы ДМР, ТКС, ТКД и др. Автоматы защиты АЗР, АЗСГК и др. СВЧ модули 1ГИ..,1УИ.., 1УСО и др. Сельсины , двигатели. Высоковольтные конденсаторы К15-11,К15У-2 и др. Гарантия. Доставка. Скидки. Продажа и закупка.

ООО «Дискон»

Украина, 04073, г. Киев,
ул. Семена Скляренко, 9
т/ф: (044) 359-05-04, (096) 783-26-37
e-mail: sales@discon.ua
http://www.discon.ua

Электронные компоненты. Самый большой склад вентиляторов и аксессуаров от компаний SUNON SAS (Тайвань). Компоненты для компенсации реактивной мощности Epcos (Германия). Элементы для индустриальной автоматики: термостаты, гигростаты, решетки, нагревательные элементы и пр. продукция Fandis (Италия). Лампы СКЛ, ЛПО, ЛПС, Протон-Импульс (Россия, г. Орел). Светодиодная продукция ТМ Voltex (офисное, уличное и промышленное освещение). Автоматические выключатели и контакторы SEZ и Voltex. Трансформаторы для печатного монтажа Zettler. Силовые модули Semikron (Германия). Алюминиевый профиль Eural (Италия). В наличии на складе. Прямые поставки.

ООО «ПАРИС»

г. Киев, пр-кт Победы, 30, кв. 72
тел: (044) 286-25-24, 527-99-54,
т/ф: 285-17-33
e-mail:paris@mail.paris.kiev.ua
www.parisgroup.com.ua

Разъемы, соединители, кабельная продукция, сетевое оборудование, выключатели и переключатели. Электрооборудование: шкафы, щиты, короба, лотки, пускатели. ЖКИ, светодиодная продукция. Инструмент.

ООО «Компонент Сервис»

Киев, пер.Красноармейский, 14,
тел/факс +38 (044)525-00-44,
525-0053, 408-70-45
E-mail: tkd@tkd.com.ua
http://www.tkd.com.ua

Электронные компоненты стран СНГ и импортные: конденсаторы, кварцевые резонаторы, дроссели, трансформаторы, ферриты, резисторы и другие необходимые Вам электронные компоненты со склада и под заказ.

GSM СТОРОЖ

Украина, г. Ровно
тел.: (097) 48-13-665
http://www.gsm-storozh.com.ua
e-mail: info@gsm-storozh.com,
mapic@mail.ru

Охранные устройства с оповещением по каналу сотовой связи – охрана объектов с оповещением на телефон (звуковое, SMS и GPRS сообщения), дистанционное управление устройствами, определение координат автотранспорта (GSM и GPS навигация), возможность дистанционного контроля группы объектов (DTMF, CSD, GPRS диспетчер). Разработка, производство, внедрение. Гибкие цены, гарантия, доставка по СНГ.

«ЭлКом»

Украина, 69000, г. Запорожье,
пр. Ленина, 152, (левое крыло), оф. 309
т/ф: (061) 220-94-11,
тел.: 220-94-22
e-mail: elcom@elcom.zp.ua
http://www.elcom.zp.ua

Эл. компоненты отечественного и импортного производства со склада и под заказ. Спец. цены для постоянных покупателей. Доставка почтой. Продукция в области проводной связи. электроники и коммуникаций. Разработка и внедрение.

ОЛЬВИЯ Электра

Украина, 03113, г. Киев,
ул. Дружковская, 10, оф. 711
тел.: (044) 503-33-23, 599-75-50
e-mail: korpus.kiev@gmail.com
http://www.korpus.kiev.ua

Корпуса пластиковые для РЭА, кассетницы. Пленочные клавиатуры. Кабельно-проводниковая продукция.

000 «РЕКОН»

Украина, 03168, г. Киев,
ул. Авиаконструктора Антонова, 5, оф.108
e-mail: info@rekkon.kiev.ua
http://www. rekkon.kiev.ua

Поставки электронных компонентов. Гибкие цены, консультации, доставка.

Корпорация «ТЕХЕКСПО»

Україна, 79015, м. Львів,
вул. Героїв УПА, 71д
тел.: (032) 232-54-33, 232-54-36
т/ф: (032) 295-21-65
e-mail: tehexpo@tehexpo.lviv.ua

Прямі поставки зі складів TME (Польща). Електронні компоненти. Контрольно-вимірювальна техніка. Паяльне обладнання та аксесуари. Виготовлення друкованих плат.

ООО «СерПан»

Украина, г. Киев, бул. И. Лепсе,8
тел.: (044) 594-29-25, 454-13-02, 454-11-00
e-mail: cerpan@cerpan.kiev.ua
www. cerpan.kiev.ua

Предлагаем со склада и под заказ: разьемы 2РМ, СШР, ШР и др. Конденсаторы, микросхемы, резисторы. Предохранители, диоды, реле и другие радиокомпоненты.

ООО «Имрад»

Украина, 04112, г. Киев, ул. Шутова, 9
т/ф: (044) 490-2195, 490-21-96,
495-21-09/10
e-mail: imrad@imrad.kiev.ua
http://www.imrad.kiev.ua

Высококачественные импортные электронные компоненты для разработки, производства и ремонта электронной техники со склада в Киеве.

ООО «КОМИС»

Украина, 03150, г. Киев,
пр. Краснозвездный, 130
т/ф: (044) 525-19-41, 524-03-87
e-mail: komis-kiev@ukr.nel
http://www.komis.kiev.ua

Комплексные поставки всех видов отечественных эл. компонентов со склада в Киеве. Поставка импорта под заказ. Спец. цены для постоянных клиентов.

ТОВ «ЕЛЕКОМ»

Україна, м. Київ,
бул. Т.Шевченка 38, к.47
т/ф: (044) 239-73-23
e-mail: office@elecom.kiev.ua
web: www.elecom.kiev.ua

Компанія «Елеком» займаємося поставками будь-яких видів електронних компонентів (у тому числі особливо рідкісних, раритетних і знятих з виробництва) загальною номенклатурою понад 60 мільйонів найменувань (від 1 шт.).

ООО «Радар»

Украина, 61058, г. Харьков,
(для писем а/я 8864)
ул. Данилевского, 20 (ст. м.«Научная»)
тел.: (057) 754-81-50,
факс: (057) 715-71-55
e-mail: radio@radar.org.ua

Радиоэлементы в широком ассортименте в наличии на складе: микросхемы, транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы, элементы индикации, разъемы, установочные изделия и многое другое. Возможна доставка почтой и курьером.

ООО «РАДИОКОМ»

Украина, 21021, г. Винница,
ул. Келецкая, 60, к.1
тел.: (0432) 53-74-58, 65 72 00,
65 72 01, (050) 523-62-62,
(050) 440-79-88, (068) 599-62-62
e-mail: radiocom@svitonline.com
http://www.radiocom.vinnitsa.com

Радиокомпоненты импортного и отечественного производства. Керамические, электролитические и пленочные конденсаторы. Резисторы, диоды, мосты, стабилизаторы напряжения. Стабилитроны, супрессоры, разрядники, светодиоды, светодиодные дисплеи, микросхемы, реле, разъемы, клеммники, предохранители.

Setron GmbH

Украина, 02232, г.Киев,
ул. М.Цветаевой, 16-В, оф.190
тел. (067) 935 86 57, (095) 941 18 18
e-mail: roman.vakulko@setron.de
http://www.setron.de

Поставка электронных комопонентов ведущих мировых производителей: Linear Technology, Rafi, Samtec, Kingbright, JST, Jamicon, Aimtec, Finder, AOS, Myrra и др..

Активные, пассивные полупроводниковые компоненты, коннекторы, светодиоды, дисплеи, кабель, электромеханические компоненты, инструмент. Склад продукции в Германии. Гибкие цены и лояльные условия поставки. Поддержка проектов.

ООО «ДЛС-РАДІОДЕТАЛІ»

WWW.RADIODETALI.COM.UA
Павильон 9В «Радиодетали»
Киевский радиорынок
«Караваевы дачи»
тел.: (044) 362-04-24,
(044) 242-20-79,
(067) 445-77-72, (095) 438-82-08

Электронные компоненты и оборудование для производства и ремонта электронной техники.



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Цены указаны в грн.

Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. Германович, НиТ, 2014г, 320с.	**149.00**
Электротехнический справочник. Практическое применение современных технологий., НиТ, 2014г., 592с.	**198.00**
Профессиональные советы домашнему электрику. Шмаков В., НиТ, 2014г.,592с.	**154.00**
Силовая электроника. Теория и конструирование. Москатов Е.А. МК-Пресс, 256с., 2013г.	120.00
Справочник электрика для профи и не только... Современные технологии XXI века., НиТ, 2013г.576с.	195.00
Современная электросеть. Книга + видеокурс.,Михайлов, НиТ, 2013г., 256с.	98.00
Сборник лучших публикаций журнала «Электрик». Инженерные решения + CD с журналами за 10 лет.	**65.00**
Справочник по ремонту электрооборудования. Книга+CD., Партала О.Н., 2010г., 416с.+CD	130.00
Типовая инструкция по эксплуатации линий воздушных электропередачи напряж. 35-800 кВ.,200с.	49.00
Теория и практика проведения электротехнич расчетов в среде MATHCAD и MULTISIM., 400с. +DVDНиТ, 2012г.	195.00
Справочник дачного электрика. Бессонов В.В., НиТ, 2010г., 384с.	85.00
Краткий справочник домашнего электрика. Шмаков, НиТ, 2015г., 288с.	**145.00**
Справочник дачного мастера: вода, газ, электричество, отопление, охрана и не только. НиТ, 352с.	98.00
Бытовые и автомобильные кондинционеры. Монтаж, установка, эксплуатация. Брошюра	25.00
Квартирный вопрос. Домашняя электросеть, шпионские штучки, освещение, сварка и не только.2009г.,320с.	55.00
Металлоискатели, конструкции. Мастерская радиолюбителя. Брошюра	25.00
GSM сигнализации из старой мобилки. (Простые конструкции без программаторов). Брошюра	25.00
Трехфазный электродвигатель в однофазной сети. Способы подключения. Брошюра	25.00
Изготовление бензина из воды и бытового газа. Конструкция и описание устройства. Брошюра	25.00
Высокочастотный сварочный аппарат. Мастерская радиолюбителя. Брошюра -схемы, конструкции	25.00
Домашний практик. Сварочный полуавтомат. Брошюра -схемы, конструкции, 2010г.	29.00
Монтаж и эксплуатация электропроводки. Справочное пособие. Брошюра – практич. руководство 2010г.	25.00
Охранные и пожарные системы сигнализации. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Электрошокеры. Брошюра -схемы, конструкции., 2011г.	29.00
Самодельный микроплазменный сварочный аппарат. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельный электролизный сварочный аппарат. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	29.00
Самодельный электростатический воздухоочиститель. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельные установки для промывки инжекторных систем. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельная установка для изготовления пенобетона. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельная установка системы безинерционного отопления. Брошюра, конструкция, 2010г.	29.00
Самодельная электростатическая коптильня. Брошюра, конструкция, 2010г.	25.00
Самодельная печь на жидком топливе. Брошюра, конструкция, 2010г.	25.00
Печи для бани. В помощь домашнему мастеру. Конструкции, проекты. Брошюра	25.00
Системы совместного отопления. Теплогенераторы, газовые камины, печи-камянки. Брошюра	25.00
Теплицы, парники. Проекты и технология строительства. Брошюра.	25.00
Установка сантехники в загороднем доме и квартире. В помощь домашнему мастеру. Брошюра.	25.00
Экономное строительство загородного дома. Расчеты, выбор оптимальных вариантов. Брошюра.	25.00
Электронный регулятор сварочного тока. Брошюра.	25.00
Сварочный аппарат из компьютерного блока питания. Брошюра – схема-конструкция, 2010г.	20.00
Сварочный инвертор – это просто. В помощь домашнему мастеру. Брошюра -схемы, конструкции, 2008г.	35.00
Краткий справочник сварщика. Корякин-Черняк, НиТ, 2010г., 288с.	65.00
Самоучитель по установке систем защиты автомобиля от угона. Найман В.С., НиТ, 384с	58.00
Содержание драгоценных металлов в компонентах радиоэлектронной аппаратуры. Справочник., 208с.	**35.00**
Справочник по современным автосигнализациям том 1 и том 2. Корякин-Черняк, 2009г., по 320с.	по 49.00
Вся радиоэлектроника Украины 2015. Каталог. К.:Радиоаматор, 2014г., 92 с.А4	**30.00**
Источники питания. Москатов Е., МК, 2014г., 208с.	78.00
Как создать источники питания своими руками. Шмаков С.Б., 2013г., 288с.	**125.00**
Современные источники питания ПК и периферии. Полное руководство. Кучеров Д., НиТ,2007г., 346с.+CD	69.00
Справочник по цветовой, кодовой маркировке и взаимозаменяемости элементов + цв. вклейки.2010г,320с.	98.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD от A до Z. Том 1.(A…M), изд 4 доп. 816с.	110.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD от A до Z. Том 2.(N…Z), изд 4 доп. 816с.	110.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды 0…9. Справочник. Изд. 4-е переработанное и доп..,664с.	110.00
Транзисторы. Справочник. Том 1,т.2. Турута Е.Ф., НиТ, по 538с.	по 98.00
Транзисторы в SMD исполнении. Справочник. Авраменко А.Ф., Т.1, т.2 МК-Пресс., 544с.+640с.	по 85.00
Микропроцессорное управление телевизорами. Виноградов А.В., НиТ, 144с.	40.00
Микросхемы для CD-проигрователей. Сервосистемы. Справочник. НиТ, 268с.	49.00
5000 современных микросхем УМНЧ и их аналоги. Справочник. Турута Е. Ф., НиТ, 560с.	125.00
Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтролл. В. Трамперт, 2006г., 208с.+CD	79.00
Измерение, управление и регулирование с помощью PIC микроконтроллеров. Д. Кохц. МК, 2006г., 302с.+CD	79.00
Измерение, управление и регулирование с помощью макросов VBA в Word и Excel. Г. Берндт, 2008г., 256с.+CD	89.00
Микроконтроллеры PIC и встроенные системы. Применение Ассемблера и С для PIC18. МК., 2010г. 752с.	175.00
Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Т. Мартин., М.:Додека., 240с.+CD	**60.00**
Микроконтроллеры фирмы PHILIPS семейства x51. Фрунзе А.В., М.:Скидмен, 336с.А4	65.00
Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи. Книга+видеокурс,2014г.	**245.00**
Программирование микроконтр. для начинающ. Визуальное проектир., язык С, ассемблер + CD., МК,2010г.	75.00
Программирование микроконтроллеров ATMEL на языке С (+CD). Прокопенко, НиТ, 2015г., 320с+CD	**150.00**
Программирование микроконтроллеров ATMEL на языке С (+CD). Прокопенко, МК, 2012г., 320с+CD	95.00
Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М.Тим Джонс., М.:ДМК, 312с.	**69.00**
Проектирование интеллектуальных датчиков с помощью Microchip dsPIC. К. Хадлстон,МК, 2008г. 320с.+CD	78.00
Ремонт. Современные копировальные аппараты. Секреты эксплуатации и ремонта. Вып. 98, 296с.А4	89.00
10 практических устройств на AVR микроконтроллерах. Кравченко А., МК, 2011г., 416с.	79.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров (А….R), Рязанов М.Г. , 2007г.,288с.	65.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров (S….Э), Рязанов М.Г., 2007г., 208с.	65.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров. Новые мод. Рязанов М.Г., 2007г.	65.00
ГИС – помощник телемастера для ремонта и настройки ТВ. Справочное пособие. Гапличук Л.С. , 160с.	20.00
Зарубежные резидентные радиотелефоны.(SONY,SANYO,BELL,HITACHI,FUNAI и пр.),176с.А4+сх.	25.00
Настольная книга разработчика роботов + CD. Бишеп О., МК, 2010г., 400с.	110.00
Металлоискатели своими руками. Как искать что бы найти монеты, украшения, клады. Корякин-Черняк	78.00
Как собрать металлоискатели своими руками (33конструкции). Дубровский С.Л., НиТ, 2010г., 256с.	79.00
Шпионские и антишпионские штучки. Яковлев, НиТ, 2015г., 320с.	**220.00**
Как сделать сварочные аппараты своими руками. Кобелев, НиТ, 2011г., 304с.	85.00
Как создать ламповый усилитель своими руками. Торопкин, НиТ, 2012г., 288с.	145.00
Как собрать антенны для связи, телевидения, WI-FI своими руками. Массорин, НиТ, 2010г., 320с.	95.00
Антенны. Практическое руководство. Миллер А., НиТ, 2012г., 480с.	150.00
Справочник по ремонту и настройке спутникового оборудования. Книга+CD. НиТ, 2010г., 240с.+CD	99.00
Энциклопедия спутникового телевидения. Выбор,устан.,настройка,работа,схемот.,ремонт.,2010г.,416с.+CD	130.00
Схемотехника. 500 устройств на аналоговых микросхемах. Шустов., НиТ, 2013г., 352с.	135.00
500 схем для радиолюбителей. Радиостанции и трансиверы. Семьян А.П., НиТ, 2-е издание, 2008г.,264с.	75.00
500 схем для радиолюбителей. Современные передатчики. (1,8-430 МГц – ДВ,СВ,УКВ,FM) Семьян. А., 2008г., 352с.	75.00
500 схем для радиолюбителей. Современная схемотехника в освещении. Эффективное электропитание люминесцентных ламп, светодиодов, элементов «Умного дома». Давиденко А., НиТ, 2008г., 320с+CD	99.00
Настольная книга радиолюбителя коротковолновика. Вербицкий А., НиТ, 2012г., 400с.	140.00
Искусство схемотехники. Просто о сложном. Гаврилов А., НиТ., 2011г., 352с.	120.00
Искусство ламповой схемотехники. Гаврилов А., НиТ, 2012г., 304с.	140.00
Акустические системы своими руками. Гапоненко, НиТ, 2013г., 240с.	**98.00**
Лампово-транзисторные усилители своими руками. Гапоненко., НиТ, 2012г.,352с.	135.00
Радиохобби. Лучшие конструкции усилителей и сабвуфферов своими руками. Сухов Н., НиТ, 2012г., 272с.	125.00
Радиохобби. Лучшие констр. аудиотехники акуст. систем св. руками. Сухов Н., НиТ, 2012г., 288с.+ тест-CD	139.00
Радиолюбительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Т.1, т.2	**по 65.00**
Основы цифровой схемотехники. Бабич, МК, 2007г., 480с.	65.00
Монтер связи станционного оборудования. Баранов В.П., 166с.	30.00
Технологии измерений первичной сети.(Системы синхронизации, B-ISDN, ATM.) М.:Эко-трендз.,150с.А4	47.00
25 лучших программ для работы с жестким диском. Форматирование, восстан. поврежд. данных и пр. НиТ	60.00
150 полезных программ для Вас и вашего компьютера. Будрин А., НиТ, 2012г., 256с.	60.00
Англо-русский словарь-справочник для польз. ПК, ноутбуков, планшетных компьютеров.,НиТ	**90.00**
Администрирование Windows 7. Практич. руководство и справочник администратора.НиТ,2013г.400с.	95.00
Бесплатные антивирусы + бесплатное использование платных антивирусов. НиТ, 2010г., 192с.+CD	59.00
Беспроводная компьютерная сеть WI-FI своими руками. Установка, настр., использование. Самоучитель	118.00
Все для работы с жестким диском, файлами и данными. Полное руков. + DVD. НиТ,416с.+DVD	85.00
Глюки, сбои и ошибки компьютера. Решаем проблемы сами. Просто о сложном. НиТ, 2013г., 240с.	57.00
Цифровая реставрация фотографий. Методики восстан. старых и поврежд. снимков. МК,2012г.,416с.+DVD	105.00
Цифровое фото, видео, аудио. Практич. самоучитель от Computer Bild. НиТ, 2009г., 384с.+DVD	75.00
Железо 2011. Путеводитель по компьютерным устр-вам и комплектующим. Казимов А., 2011г, НиТ, 400с.	100.00
Защита компьютера от вирусов (книга + видеокурс на DVD). В.Вулф, НиТ,160с.+ DVD	58.00
Золотая сборная операционных систем на вашем ПК. Как установить 25 систем на одном ПК + CD	115.00
ИНТЕРНЕТ.Полное рук-во.Книга +DVD. Антоненко, НиТ, 2013г., 560с+DVD	125.00
Как заказать сайт. Практическое руководство для непрофессионалов. НиТ, 2012г., 192с.	75.00
Как пользоваться компьютером. Краткий курс с видеоуроками на CD. Самоучитель. Лобанов, 2011г.	89.00
Как восстановить файлы и данные с жесткого диска, флешки, поврежденных CD/DVD., 2009г., 256с.+ DVD	98.00
Как скачать из Интернета фильмы, книги, музыку, журналы, компьютерные игры и программы, кулинарные рецепты, фотографии, файлы и все, все, все... Гришаев, НиТ, 2014г	**98.00**
Компьютер. Полное руководство. Книга+игровой DVD (более 50 игр). Антоненко, 560стр.+DVD	**119.00**
Компьютер для женщин. Самоучитель + DVD. Соколянская, НиТ, 2012г., 368с.+DVD	95.00
Комплект з двох Книг користувача ПК (906 строрінок українською), Майхрич, 906с.	**120.00**

Компьютер на флешке.Работающие Win, Linux, офис и еще 150 прогр. на флешке в кармане! 2009г,252с.+DVD	95.00
Компьютерные сети и сетевые технологии. Кузьменко А., 2014г., 368 с.	**155.00**
Лучшие программы для вашего планшета на Android. Ульянов А., 2014г., 320с.	**169.00**
Мой любимый КОМПЬТЕР. Самоучитель для женщин. Трубникова Н., НиТ, 2012г, 368с.	69.00
Мой любимый ноутбук. Самоучитель для женщин. Трубникова Н., НиТ, 2012г, 352с.	95.00
Мой любимый интернет. Самоучитель для женщин., НиТ, 2013г., 288с.	100.00
Ноутбук для ваших родителей с Windows 8. Вяземский А., НиТ, 2014г., 336с.	**119.00**
Планшет. Самоучитель работы на планшетном компьютере с ANDROID. Торельсон А., НиТ, 2013г.,336с.	115.00
Планшетник на ANDROID. Миникурс. Аркачеев А., НиТ, 2014г, 240с.	**109.00**
Планшет на ANDROID для ваших родителей. Темирязев А., НиТ, 2015г, 320 с.	**119.00**
Полезный компьютер для ваших родителей. НиТ, 2012, 336с.	85.00
Полезный интернет для ваших родителей. НиТ, 2012, 272с.	75.00
Реестр Windows 7. Книга готовых рецептов. Самоучитель. НиТ, 2011г., 224с.	85.00
Сайт на 1С-Битрикс: создание, поддержка и продвижение. Базовое практич. руков-во. Расторгуев,2012г	100.00
Самоучитель. Планшет: работа на планшетном компьютере с ANDROID. Торельсон, НиТ, 2014г, 352с.	**145.00**
Самоучитель работы на ноутбуке с Windows 7, 4-е изд.НиТ, Юдин,2012г., 512с.	145.00
Самоучитель С+. Начало программирования. 2-е изд. НиТ, 2013г., 496с.	152.00
Самоучитель Windows 7. Установка, настройка, использование.,Тихомиров, НиТ, 2010, 304с.	80.00
Самоучитель работы на ноутбуке с Windows 8. Юдин А., НиТ, 2014г., 512 стр.	**139.00**
Самоучитель Linux. Установка, настройка, использование. Колисниченко Д.Н. НиТ., 368с.	89.00
Тайны BIOS. Якусевич В., МК, 336с.	50.00
Толстый самоучитель работы в Интернете. Все самое интересное, полезное и нужное… НиТ, 2013г.,560с.	115.00
Толстый самоучитель работы на компьютере , 6-е изд., Антоненко, НиТ, 2012г., 560с.	110.00
«Тонкая» настройка и секреты Windows 7. Практическое руководство. Лукьянович. НиТ, 2013г., 320с.	89.00
Фотошопчик. Самоучитель. Adobe Photoshop на практике. Обраб.,фотомонтаж и фотоприколы. НиТ.,224с.	49.00
Хакинг Windows 7. Практическое Руководство. Книга + CD. Матвеев, НиТ, 2013г., 320с+CD	115.00
Хакинг Windows 8. Практическое Руководство. Книга + CD + виртуальный CD. Альтер, НиТ, 2014г., 304с.	**195.00**
Bios.Настройки.Описание, рекомендации по выбору значений,разгон ПК,решение проблем.5-е изд. 2013г.	85.00
Excel 2010. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя. Серогородский, НиТ, 2014г., 400с.	**125.00**
Excel 2013. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя. Серогородский, НиТ, 2014г., 400с.	**145.00**
MATLAB. Самоучитель. Практический подход. НиТ, 2012г.,448с.	175.00
Windows 8. Все об использовании и настройках. Самоучитель. Матвеев, 2013г, НиТ, 656с.	149.00
Windows 8. Эффективный самоучитель. Настройка, использование, полезные приемы. 2013г., 304с.	89.00
Windows 8. Полное руководство Книга + DVD (9 Гб) с обновлениями Windows 8, видеоуроками..,2013г.	169.00
Windows 8.1. Все об использовании и настройках. Самоучитель. Матвеев, НиТ, 2015г., 656с.	**235.00**
Windows 8.1. Полное руководство. Самоучитель. Матвеев, НиТ, 2015г., 656с.	**275.00**
Установка, переустановка, восстановление, настройка Windows 8. Экспресс-курс.,2013г.,224с.	65.00
Windows+Linux+MacOS на одном компьютере. Книга + DVD. Романенко А., НиТ, 2011г., 256с+DVD	125.00
Windows Vista. Установка, настройка, использование. Просто о сложном. Кузнецов Н.А., НиТ, 234с.	25.00
Полное руководство 2012. Windows 7. Книга + DVD с обновл.2012, видеоур., гаджетами и прогр., 2012г.	145.00
Nero 9. Запись CD и DVD. Создание видеоDVD с красивым меню, фото-и видео слайдшоу, КАРАОКЕ. 256с. + DVD	68.00
ADOBE Photoshop CS5. Официальная русская версия. Учебный курс + цв. вклейки. НиТ, 448с.,2012г.	149.00
Photoshop CS5. Официальная русская версия. Книга + учебный видеокурс на DVD. НиТ, 448с+диск.,2012г.	179.00
Photoshop CS6. Миникурс. Основы фотомонтажа и редактирования изображений. 2013г., 240с.	75.00
AutoCAD 2014. Книга+DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, видеоуроки	**195.00**
AutoCAD 2014: официальная русская версия. Эффективный самоучитель. 2014г., 624с.	**165.00**
Sony Vegas PRO 11 + DVD. Профессиональный видеомонтаж. Холл, 2013г., 368с.	**185.00**
Skype. Бесплатные телефонные звонки и видеосвязь через Интернет. НиТ, 112с., 2011г.	32.00
SEO-копирайтинг. Практическое руководство по созданию «правильных» текстов». НиТ, 2013г.,304с.	165.00
Компьютерное делопроизводство и работа с офисной техникой. Учебный курс. Козлов Н.В., 300с.	25.00
Компьютер. Полное руководство. Книга+игровой DVD. Антоненко. НиТ, 2011г., 560с.	125.00
Новичок. Exel 2010: работа с электронными таблицами и вычеслениями., 2010г., НиТ, 192с.	30.00
Новичок. Word 2010: создание и редактирование текстовых документов., 2010г., НиТ, 192с.	30.00
Новичок. Работа в WINDOWS 7. Ехновский А., НиТ, 2-е изд-е, 2011г., 240с.	49.00
Новичок. Переустан, установка, настр., восстановл. Windows 7. Практич. инструкции по решению проблем.	40.00
Ноутбук с Windows 8.Самый простой самоучитель. Юдин Н., 2014г., 272с.	**105.00**
Ноутбук с Windows 8.Полное руководство 2014.Книга + DVD, 512с.+DVD с 5-ю видеокурсами	**165.00**
Ноутбук с Windows 8. Мини-курс. Юдин Н., 2014г., 256 с.	**75.00**
DVD-R «Подборка книг и инструкций по работе и настройках WINDOWS XP»	55.00
DVD-R «Подборка книг и инструкций по работе и настройках WINDOWS 7»	55.00
DVD-R «РАДИОАМАТОР за 20 лет» «РА»-1999-2012г.г.+»Эл"-2000-2012г.г+РК+РП+К.(425 номеров на 1 диске)	**65.00**
DVD-R «Радиолюбитель» Архив 1991-2011г.г., 250 номеров на 1 диске	55.00
DVD-R «Радиоконструктор» 1999-2012г.г., Все номера на 1 диске	55.00
DVD-R «Ремонт электронной техники» 2000-2008г.г. Все журналы на 1 диске	55.00
DVD-R «Схемотехника» 2000-2007г.г., Все журналы на 1 диске	55.00
DVD-R «В помощь радиолюбителю» 1956-1992г.г., Все выпуски на 1 диске	55.00
DVD-R «Радио» Архив 1925-2011г.г. Все номера.	65.00
DVD-R «Моделист-конструктор» 1996-2011г.г. Весь архив на 1 диске	55.00
DVD-R «Юный техник» 1956-1989г.г. Весь архив на 1 диске	55.00
DVD-R «Юный техник для умелых рук» 1972-1990г.г. Весь архив на 1 диске	55.00
DVD-R «Ремонт и сервис» 2005-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Радиоаматор» 1994-2009г.г. Все номера	55.00
DVD-R «Prakticka Elektronika@Konstruccni Elektronika@Amatorske Radio» Все номера 2007-2013г.г.	55.00
DVD-R «Антенны от А до Я». КВ-УКВ, Си-Би, городские, спутниковые. Более 500 конструкций.	**55.00**
DVD-R «Большой справочник по транзисторам» Даташиты на 3200 позиций	55.00
DVD-R «Отечественные диоды и их зарубежные аналоги.»	**55.00**
DVD-R «Полный справочник по транзисторам, диодам, микросхемам на 2012г. (0-9, A-Z,ADC,DAC)»	**65.00**
DVD-R «Энергетика, электротехника, автоматика» Сборник справочников и нормативных документов	65.00
DVD-R «Электродвигатели от А до Я».	55.00
DVD-R «Практическая схемотехника. Более 2500 полезных схем на 1 диске»	55.00
DVD-R «Радиодизайн-любительская схемотехника. Журнал»1996-2009г.г.+ подборка книг по схемотехн.»	**55.00**
DVD-R «Радиоэлектроника и схемотехника от А до Я»	55.00
DVD-R «Суперсборник схем, рекомендаций и техлитературы для радиолюбителя»	55.00
DVD-R «Шпионские устройства, и способы борьбы с ними». Около 200 схем, конструкции,инструкции	**55.00**
DVD-R «Ремонт измерительной техники от А до Я». Схемы + инструкции	55.00
DVD-R «Рыбалка, устройства для рыбалки, электроудочки». Схемы, инструкции	55.00
DVD-R «УМНЧ, операционные усилители, аудиотехника». Схемы, инструкции, теория	55.00
DVD-R «Сварка и сварочные аппараты. Технологии и конструкции.»	55.00
DVD-R «Сварка. Теория, практика, конструкции сварочных аппаратов»	55.00
DVD-R «Собрание схем телефонов Beng, Siemens, Panasonic, Nokia» 1996-2010 г.в. (280 схем)	65.00
DVD-R «Видеокамеры SONY, PANASONIC, Sharp» схемы и сервис мануалы	55.00
DVD-R «Мониторы LG, SAMSUNG» схемы и сервис мануалы	55.00
DVD-R «Мониторы ACER, PHILIPS, PANASONIC, NEC» схемы и сервис мануалы	55.00
DVD-R «Мастерская радиолюбителя.«Ремонт и обслуживание отечественных и зарубежных ТВ»	55.00
DVD-R «Телевизоры «SAMSUNG» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры LG, SHARP» Схемотехника, модели 1985-2009 г.в.	55.00
DVD-R «Телевизоры AMSTRAD, ITT-Nokia, Roadstar» Схемотехника, модели 1990-2011 г.в.	55.00
DVD-R «Телевизоры VESTEL, ERISSON» Схемотехника, модели 1985-2010 г.в.	55.00
DVD-R «LCD Телевизоры Samsung, Panasonic, Sharp» Схемотехника моделей 2002-2010г.в.	55.00
DVD-R «Телевизоры «JVC, Akira» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры «SONY» + аудиотехника. Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры. Блоки питания, прошивки, пульты управления на все ТВ» - модели 1985-2011 г.в.	55.00
DVD-R «Телевизоры «PANASONIC, SANIO» Схемотехника, модели 1985-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры «GRUNDIG» Схемотехника,более 200 моделей	55.00
DVD-R «Телевизоры «BEKO, REKORD, ROADSTAR» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры «DAEWOO, Rubin, Rolsen, Vestel» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры «RAINFORD, BEKO» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры «SHARP, ERISSON» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры «AKAI, AIWA, Hitachi, Funai» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	55.00
DVD-R «Телевизоры «Горизонт, Витязь, Рубин, Рекорд» Схемотехника, около 300 моделей	55.00
DVD-R «Схемы отечественных цветных и ч/б телевизоров 1970-1996 г.в. более 200 моделей	55.00
DVD-R «Цифровые фотоаппараты CASIO, NIKON, CANON, Olimpus и др.» схемы и сервис	55.00
DVD-R «Ремонт стиральных машин». Теория, практика, схемотехника.	55.00
DVD-R «Ремонт микроволновых печей LG, Samsung, Daewoo и др » Схемотехника, модели 1990-2010 г.г.	55.00
DVD-R «Кондинционеры и холодильники.» Теория, практика, схемотехника.	55.00
DVD-R «Принтеры, ксероксы, факсы Samsung, HP, Canon, Lexmark» схемы и сервис мануалы, (1994-2011г.)	55.00
DVD-R «Ноутбуки. Инструкции по ремонту, схемы и сервисная документация.»	55.00
Журналы (стоимость за 1 экз. издания)	
«Радиоаматор»-2003г, 2004г, 2005г, 2006г, 2007г,№1-12-2008г.,№1-12-2009г.,№1-12-2010г.,№1-12 -2011г.,	по 10.00
«Радиоаматор» №1-12-2012г., №1-12-2013г., №1,2,3,4,5,6,7-8,9,10, 11-12 за 2014г., №1,2 за 2015 г.	по 25.00
«Электрик» 2002г., 2003г., 2004г., 2005г., 2006г., 2007г., 2008г., №1-12-2009г.,№1-12-2010г.,№1-12-2011г.	по 10.00
«Электрик» №1-12 за 2012г., №1-12 за 2013г., №1-2,3,4,5,6,7-8,9,10,11-12 за 2014г., № 1-2 за 2015г.	по 30.00
«Радиокомпоненты» 2007, 2008, 2009г., 2010г., 2011г.,№1,2,3,4-2012г., №1,2,3,4 за 2013г. №1-2, 3-4 за 2014г.	по 30.00

Оформление заказов по системе «Книга-почтой»

Организации

Оплата производится по б/н расчету согласно выставленному счету. Для получения счета Вам необходимо выслать перечень книг, которые Вы хотели бы приобрести, по факсу (044) 291-00-29 или почтой по адресу: издательство «Радіоаматор», а/я 50, Киев-110, 03110. В заявке укажите свой номер факса, почтовый адрес, ИНН и № свидетельства платильщика налога.

Частные лица

Доставка книг осуществляется наложенным платежем (оплата при получении посылки на почте). Стоимость, указанная в прайс-листах, не включает в себя почтовые расходы, что составляет при общей сумме заказа от 1 до 99 грн. – 20 грн., от 100 до 199 грн. – 25 грн., от 200 до 500 грн. – 35 грн. Для оформления заказа Вам необходимо прислать заявку на интересующую Вас книгу по адресу: Издательство «Радиоаматор» («Книга-почтой»), а/я 50, Киев-110, индекс 03110, или сделать заказ по тел./факсу: (044) 291-00-29.

Цены действительны до момента выхода следующего номера. Срок получения заказа по почте 2–4 недели. **Полный прайс-лист смотрите на сайте www.ra-publish.com.ua**